

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA

Facoltà di Ingegneria

Corso di Laurea Specialistica in Ingegneria Informatica

Tesi di laurea specialistica

Ottimizzazione dei sistemi informatici di
controllo in un impianto di processo chimico.
Il caso Procter&Gamble.



Relatori:

Prof. Cosimo Antonio Prete

Ing. PierFrancesco Foglia

Dott. Domenico Carriero

Candidato:

Michele Carucci

ANNO ACCADEMICO 2006-2007

Alla mia famiglia.

Indice

Indice.....	3
1 Introduzione	5
2 Procter&Gamble	6
2.1 Introduzione	6
2.2 Descrizione Gruppo	6
2.3 Descrizione Stabilimento	10
2.4 Descrizione reparto Making.....	12
2.4.1 Panoramica delle procedure operative	14
3 Il software Intouch	16
3.1 Introduzione ai sistemi SCADA	16
3.2 Comunicazione, allarmi, dati, HMI	17
3.3 Web e security.....	19
3.4 La struttura del sistema InTouch utilizzato.....	22
4 Programmable Logic Controller	30
4.1 Introduzione	30
4.2 Come funziona un plc - controllogix	30
4.3 Plc e linguaggi di programmazione	34
4.3.1 Linguaggi di programmazione testuali	34
4.3.2 Linguaggi di programmazione grafici	35
4.3.3 Il linguaggio ladder e le sue applicazioni industriali	35
4.4 Tipologie di rete.....	44
4.5 La rete Ethernet/IP	47
4.6 La rete ControlNet	49
4.6.1 Il modello ad oggetti	49
4.6.2 Il modello di comunicazione della rete ControlNet.....	50
4.6.3 ControlNet Media	52
4.6.4 Il metodo di accesso al mezzo	53
4.6.5 La struttura di un pacchetto ControlNet.....	55
5 Quality Window.....	59
5.1 Introduzione	59
5.2 Quality Window 5.0.....	59
5.3 QWsetup: come progettare le proprie applicazioni	68
5.3.1 Come si costruisce un'applicazione in Quality Window	68
5.4 QWRS232	91
5.5 Come si costruisce un'interfaccia di acquisizione dati	92
5.6 QWSCHEDULE	96
5.6.1 Come creare un task in QWSchedule	96
6 Process Control Strategy	102
6.1 La PCS applicata al Making	102
6.2 Controllo APC	103
7 Ottimizzazione dei sistemi informatici nella PCS di Making.....	106
7.1 Obiettivi del miglioramento	106
7.2 Miglioramenti in Intouch	108
7.2.1 Controllo dei flussi.....	108

7.2.2	Controllo sui valori inputati in InTouch	109
7.2.3	Controlli statistici.....	110
7.2.4	Startup – Shutdown.....	111
7.2.5	Acquisizione automatica dei parametri nella pagina lab	116
7.2.6	Rapportini di produzione e controllo APC	117
7.3	Applicazioni realizzate in Quality Window.....	118
7.3.1	Creazione e struttura delle template in Quality Window.....	120
7.3.2	Definizione codice colori.....	120
7.4	Acquisizione automatica dai dati in Quality Window	124
7.4.1	Struttura e funzionamento dell'applicazione realizzata in excel	125
7.4.2	Struttura definitiva dei file di produzione in Quality Window	127
7.5	Gestione delle Raw Material.....	129
7.5.2	Rintracciabilità dei lotti.....	133
8	Conclusioni	135
	Ringraziamenti.....	136

1 Introduzione

Una delle aree di attenzione di ogni azienda produttiva che operi in un contesto caratterizzato dalla concorrenza globale è certamente aumentare la produttività dell'intera supply chain. In particolare diventa critico garantire standard di qualità elevati al minor costo di gestione. E' questo il caso della Procter&Gamble, leader mondiale nella produzione di beni di marca di largo consumo.

Scopo del lavoro svolto nella presente tesi è stato quello di approfondire la suddetta tematica per il reparto di processo liquidi (Making) dello stabilimento Procter&Gamble di Gattatico(RE).

L'applicazione della Process Control Strategy (PCS), metodologia ideata dalla Procter&Gamble per tutti i suoi stabilimenti, permette di garantire l'efficacia e l'efficienza dei controlli di qualità del prodotto finito tramite diversi livelli di controllo sulle variabili di processo.

Il Making di Gattatico è un reparto contraddistinto da un elevato grado di automazione. Il processo produttivo è comandato da una rete di PLC (programmable logic controller) che si interfacciano graficamente con l'operatore tramite il software InTouch di Wonderware, uno standard mondiale per la realizzazione di applicazioni di controllo HMI (Human-Machine Interface) per impianti di processo.

In questo contesto altamente tecnologico il lavoro di tesi si è articolato in due fasi:

1. studio dei requisiti della PCS e gap analysis per identificarne le aree di lavoro
2. ottimizzazione degli strumenti informatici per:
 - a. il controllo delle variabili di processo
 - b. la gestione delle informazioni produttive

Alla fine dei sei mesi di stage i detti gap rispetto ai requisiti della PCS sono stati colmati ed oggi, all'interno del reparto Making, è quindi possibile assicurare standard più alti di qualità con un minor effort umano, con una riduzione dei rischi e soprattutto con un approccio predittivo verso potenziali problematiche di qualità.

A conferma dell'efficacia delle soluzioni individuate con questo lavoro di tesi, altri stabilimenti hanno scelto di riapplicarle con successo.

2 Procter&Gamble

2.1 Introduzione

In questo capitolo seguirà una descrizione dello stabilimento di Gattatico. Dopo un accenno storico del gruppo ed uno sguardo ad alcune informazioni finanziarie, si passa alla descrizione dei prodotti che vengono realizzati. Una spiegazione del reparto Making è necessaria, perché è il luogo nel quale si è concentrato il lavoro svolto.

2.2 Descrizione Gruppo

Procter & Gamble, nata nel 1837, è oggi una multinazionale leader nel settore della ricerca, della produzione e della commercializzazione di beni di largo consumo,



detergenti, cosmetici, fragranze e prodotti farmaceutici. Opera in oltre 180 Paesi e dispone di 100 stabilimenti di produzione, 18 centri di ricerca e oltre 110.000 dipendenti in tutto il mondo, con un fatturato di oltre 56 miliardi di dollari. P&G è presente in Italia dal 1956, dove attualmente lavorano circa 2000 persone, distribuite tra una direzione amministrativa situata a Roma, quattro stabilimenti di produzione a Pomezia (RM), Gattatico (RE), Campochiaro (CB) e Lucca e un importante centro di ricerca con due sedi a Pescara e a Pomezia.

P&G è un'azienda che si basa sul principio della promozione dall'interno: non si assumono quadri e dirigenti.

La scelta di puntare sui giovani, per dare risultati positivi, deve essere supportata dall'esistenza di un piano di training che assicuri uno sviluppo continuo, rapido e



completo delle persone. Scopo della formazione in P&G è sviluppare le potenzialità degli individui senza però eliminare gli elementi di distinzione degli uni dagli altri. La diversità è percepita come un patrimonio. A tal fine l'azienda mette a disposizione dei dipendenti strumenti di apprendimento sia tradizionali (training in aula) sia computer-based (cd-rom, corsi in intranet), così che ognuno possa scegliere quello che ritiene più idoneo. L'e-learning assicura la disponibilità continua di materiale educativo e di corsi con i più diversi contenuti. Accanto alla formazione teorica P&G prevede anche quella on the job: si è continuamente chiamati a lavorare con manager più esperti appartenenti a diversi reparti. Il percorso di training non viene fissato a priori quanto piuttosto pianificato sulla base delle esigenze di carriera e di sviluppo delle diverse persone.

La flessibilità che caratterizza la formazione è parallela a quella che caratterizza la carriera in P&G: nel corso del proprio percorso di sviluppo uno stesso individuo può trovarsi a svolgere diversi incarichi e ad operare in diversi reparti.

P&G cerca i migliori talenti tra laureandi e laureati in tutte le discipline universitarie per l'inserimento in tutte le funzioni aziendali.

Sarà possibile scegliere posizioni di stage, corsi o seminari e di posizioni a tempo determinato. La selezione consiste in un questionario on line, un test logico-matematico e una serie di interviste con persone del reparto scelto. Durante le interviste è possibile approfondire la propria conoscenza della P&G e dello specifico reparto confrontandosi con manager di linea.

L'intero processo di selezione è basato su criteri oggettivi di valutazione - i così detti Success Drivers - che consistono in fattori quali la leadership, la capacità di innovare, di trovare soluzioni brillanti, di adattarsi al cambiamento e di organizzare il lavoro. Tali criteri permettono di valutare il candidato sulla base delle sue potenzialità ed esperienze passate.

Il processo di selezione è identico sia per gli stage sia per l'assunzione.

Lo stage in P&G è un'esperienza interessante sia dal punto di vista formativo sia conoscitivo a cui possono prendere parte sia studenti degli ultimi anni di università, sia persone neolaureate. I candidati selezionati hanno infatti la possibilità di gestire in prima persona uno o più progetti operativi nel reparto prescelto con piena responsabilità nei confronti del management di azienda. Gli stage hanno una durata compresa tra i 2 e i 6 mesi, nel corso dei quali si ha la possibilità di lavorare con manager esperti e di prendere parte a specifici corsi di training. A coloro che effettuano uno stage è attribuita una consistente borsa di studio.

Con un personale di 110.000 persone operanti in ogni continente, P&G rappresenta inoltre una forza importante per la crescita economica ed il benessere nel mondo. Come William Procter e James Gamble più di un secolo fa, gli uomini e le donne di Procter & Gamble hanno però lo sguardo rivolto al futuro.



Figura 2-1

Nella figura 2.1 si nota come tutto sia iniziato dalla produzione di candele e sapone, per poi espandersi fino a produrre tutti i prodotti rappresentati.

Gli obiettivi di crescita della Società includono: raddoppiare i volumi unitari nello spazio di dieci anni; incrementare la quota di mercato nella maggioranza delle categorie di prodotti; ed assicurare agli azionari un reddito totale che collochi P&G nel terzo superiore del gruppo dei suoi pari.

Più importante di tutti è il proposito di continuare a fornire ai consumatori mondiali prodotti di qualità e valore superiori. Il raggiungimento di questi scopi favorirà il prosperare dell'azienda P&G, dei suoi dipendenti ed azionari e quindi delle comunità in cui viviamo e lavoriamo.

Financial Information

Amounts in millions except per share amounts	2003–2004	2002–2003	2001–2002	2000–2001	1999–2000
Net Sales	\$51,407	\$43,377	\$40,238	\$39,244	\$39,951
Net Earnings	6,481	5,186	4,352	2,922	3,542
Basic Net Earnings per Common Share	\$2.46	\$1.95	\$1.63	\$1.08	\$1.30
Diluted Net Earnings per Common Share	2.32	1.85	1.54	1.03	1.23
Core Diluted Net Earnings per Common Share ¹	2.32	2.04	1.80	1.64	1.55

¹ Core Diluted Net Earnings per Common Share excludes restructuring program charges and amortization of goodwill and indefinite-lived intangibles no longer required under accounting rules beginning in 2002. The restructuring program was completed at the end of FY 2003. For a complete review of reported to core financials, please see our website.

Common shares: 10,000,000,000 shares authorized. Approximately 2,543,838,000 outstanding as of June 30, 2004.

Total shareholders: Approximately 1,426,000 common stock shareholders as of August 1, 2004.

Stock splits since 1960: 1961, 1970, 1983, 1989, 1992, 1997, 2004

Present dividend rate: \$1.00 annually. Dividend payments uninterrupted since incorporation in 1890; 48 consecutive fiscal years of increased dividends per share.

Major Expenditures

Amounts in millions	2003–2004	2002–2003	2001–2002	2000–2001	1999–2000
Capital Spending	\$2,024	\$1,482	\$1,679	\$2,486	\$3,018
Common Dividends to Shareholders	2,408	2,121	1,971	1,822	1,681
Research and Development	1,802	1,665	1,601	1,769	1,899

Global Business Unit Overview 2003–2004¹

Amounts in millions	Health, Baby and Family Care			Household Care		Corporate	Total
	Beauty Care	Health Care	Baby and Family Care	Fabric and Home Care	Snacks and Coffee		
Net Sales	\$17,122	\$6,991	\$10,718	\$13,868	\$2,908	\$(200)	\$51,407
Net Earnings	2,333	925	990	2,186	344	(297)	6,481

¹ Conformed to reflect organization and segment performance measurement changes effective July 1, 2004.

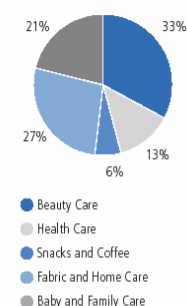
Employees

Total Worldwide	110,000
-----------------	----------------

Figura 2-2

	Product Lines	Key Brands
Beauty Care	Hair care/hair color, skin care and	Pantene, Olay, Head & Shoulders, Nice 'n Easy,
	cleansing, cosmetics, fragrances and	Clairol's Herbal Essences, Natural Instincts
	antiperspirants/deodorants	and Hydrience, Cover Girl, SK-II, Max Factor,
		Hugo Boss, Safeguard, Rejoice, Secret, Old
		Spice, Zest, Vidal Sassoon, Pert, Ivory, Lacoste,
Health Care		Aussie, Infusium 23, Camay, Noxzema, Infasil,
		Joy Parfum, Valentino, Sure, Wash&Go, Wella,
		Koleston, Wellaflex, Shockwaves, Rochas,
		Escada, Gucci
	Feminine protection pads, tampons	Always, Whisper, Tampax, Lines Feminine Care,
Snacks and Coffee	and pantliners	Naturella, Evax, Ausonia, Orkid
	Oral care, pet health and nutrition,	Crest, Iams, Eukanuba, Actonel, Vicks, Asacol,
	pharmaceuticals and personal health care	Prilosec OTC, Metamucil, Fixodent, PUR, Scope,
		Macrobid, Pepto-Bismol, Didronel, ThermoCare,
		Blend-a-med
Fabric and Home Care	Snacks and coffee	Pringles, Folgers, Millstone
	Laundry detergent, fabric conditioners, dish	Tide, Ariel, Downy, Lenor, Dawn, Fairy, Joy, Gain,
	care, household cleaners, fabric refreshers,	Ace Laundry and Bleach, Swiffer, Dash, Bold,
	bleach and care for special fabrics	Cascade, Mr. Clean/Proper, Febreze, Bounce,
		Cheer, Era, Bonux, Dreft, Daz, Flash, Vizion, Salvo,
Baby and Family Care		Viakal, Maestro Limpio, Rindex, Myth, Alomatik
	Baby diapers, baby and toddler wipes, baby	Pampers, Luvs, Kandoo, Dodot
	bibs, baby change and bed mats	
	Paper towels, toilet tissue and facial tissue	Charmin, Bounty, Puffs, Tempo

Net Sales by Business¹



¹ Excludes sales held in Corporate.

Figura 2-3

In figura 2.2 e 2.3 troviamo le informazioni per quello che riguarda gli aspetti finanziari del gruppo e i marchi con le rispettive quote di mercato.

2.3 Descrizione Stabilimento

Lo stabilimento di Gattatico ricopre una notevole importanza nazionale ed internazionale. Molteplici sono i prodotti che qui vengono realizzati, non solo per l'Italia ma anche per l'estero; infatti, un grande quantitativo dei detergenti è destinato all'esportazione.

In particolare lo stabilimento di Gattatico consta di 12 linee produttive.

I detergenti che vengono prodotti sono: Mastro lindo (Mr Proper), Ace, Fairy, Viakal (Antikal).

Esistono reparti di supporto, come, per esempio: human resources, ufficio acquisti, quality, safety, Warehouse (WHSE), storeroom. I reparti produttivi si dividono in packing, blowing e making.

La descrizione di questi ultimi si rende necessaria per meglio capire le parti a seguire:

Making: è la parte in cui vengono prodotti i liquidi.

Questo è il reparto dedicato alla vera e propria creazione dei composti chimici, qui nascono fisicamente i prodotti che siamo abituati a vedere sui supermercati di tutto il

mondo. Le materie prime provenienti dai fornitori vengono miscelate per dar vita ai prodotti finiti e conservati in appositi silos in attesa di essere imbottigliati.

Blowing: qui vengono soffiate le bottiglie.

Il reparto è anche chiamato soffiaggio poiché la plastica viene scaldata e poi portata in appositi stampi. Segue un soffiaggio di aria che consente di ottenere la forma del contenitore. Chiaramente si ha la possibilità di formare bottiglie di diversi tipi e colori a seconda delle necessità. In seguito queste sono inviate in un buffer sopra le linee di confezionamento chiamato polmonatura, in attesa di essere riempite. La polmonatura ha lo scopo di annullare gli eventuali problemi di produzione del Blowing mantenendo un certo quantitativo di flaconi sempre disponibili.

Packing: questa è la zona dedicata al confezionamento.

Il materiale chimico proveniente dal Making e le bottiglie provenienti dal Blowing vengono portate in questa zona per continuare il processo produttivo. I flaconi, prelevati dalla polmonatura vengono ordinati e disposti in modo da poter essere riempiti adeguatamente: la macchina che esegue questo compito è la riempitrice. Qui confluiscono anche i prodotti chimici e al termine di questa operazione viene applicata l'etichetta commerciale sulle bottiglie. Queste vengono inscatolate a gruppi, in numero variabile a seconda del formato, e sono pronte per la spedizione dopo essere state stoccate al Warehouse (WHSE).

In figura 2.4 è schematizzato il funzionamento e le dipendenze dei vari reparti precedentemente descritti.

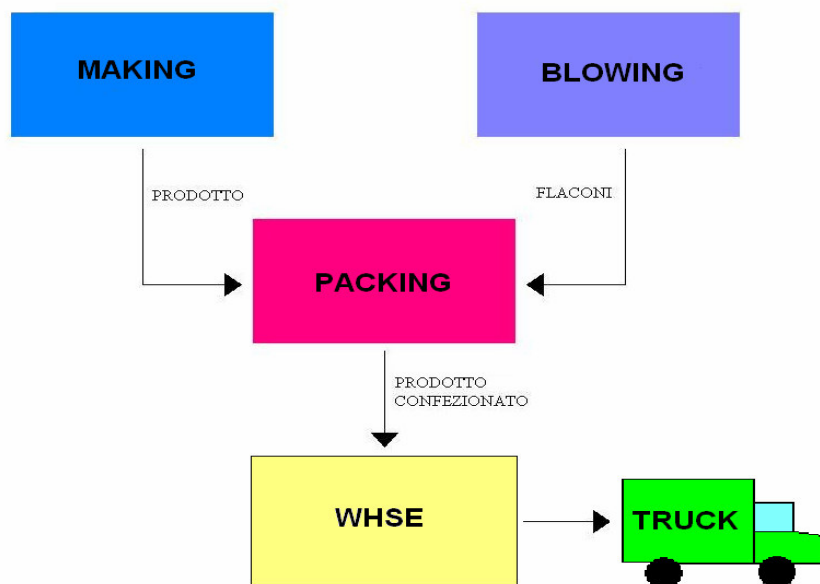


Figura 2-4

2.4 Descrizione reparto Making

In questo paragrafo verrà data una descrizione del reparto produzioni liquidi dello stabilimento di Gattatico ed una panoramica delle procedure operative che vi si svolgono.

In questo settore dello stabilimento avviene la produzione dei prodotti finiti, miscelando ed eventualmente facendo reagire le diverse materie prime. Tutto il processo produttivo comincia proprio dalla ricezione di queste ultime che, per prima cosa, subiscono una serie di controlli di qualità per mezzo di analisi chimiche e, per quei materiali cosiddetti microsuscettibili, anche biologiche, atte a valutare l'assenza di contaminazioni microbiologiche. Solo dopo aver superato questi controlli, le raw material possono essere accettate.

Si distinguono le raw material *countable*, o *discrete*, dalle *uncountable*, o *continue*. Le prime sono quelle che vengono ricevute in fusti, cubi o qualunque altro tipo di contenitore che ne permetta lo stoccaggio diretto e che le renda di fatto *contabili*. Le seconde sono quelle che invece si ricevono in cisterne (per lo più in forma liquida) e per essere conservate vanno scaricate in appositi silos. Per la loro natura sono di fatto non contabili, essendo scaricate in stoccaggi, i quali sono di norma parzialmente pieni. Miscelandosi con il contenuto precedentemente presente nel silos, si rende impossibile la distinzione dell'ultimo scarico dai precedenti.

Nello stabilimento di Gattatico vengono ricevute più di 100 materie prime diverse e più della metà sono discrete. Su queste si è concentrato il lavoro relativo alla loro gestione secondo politica FIFO¹, nonché legato alla tracciabilità dei lotti².

Raramente un prodotto finito si ottiene miscelando direttamente tutte le materie prime che lo compongono. Al contrario, per ragioni fisiche o di ottimizzazione dei processi produttivi, è necessario ottenere prima degli intermedi, noti come *premix* o *basemix*, ai quali, in una seconda fase, saranno aggiunte le rimanenti materie prime, o altri intermedi, andando a comporre il prodotto finito.

Esistono due tipologie diverse di impianti produttivi presenti in questo reparto:

- a *batch*
- a *clp* (*continuous liquid processing*)

Il primo modello consiste sostanzialmente in uno stoccaggio, la cui capacità può variare da 40 ad 80 ton e più, nel quale vengono dosate nelle giuste proporzioni le singole materie prime. Segue un periodo più o meno lungo di miscelazione per garantire una corretta omogeneizzazione. Questo tipo di impianto, benché molto semplice da gestire e controllare, ha un grosso difetto: il tempo che intercorre dall'inizio della produzione al momento in cui il prodotto può essere rilasciato (cioè quando il packing può prelevare per imbottigliarlo) può essere anche molto lungo.

¹ FIFO: First In – First Out. Utilizzando questa logica, nella coda delle raw material stocate, la prima ad essere stata ricevuta è la prima ad essere ripristinata e quindi adoperata.

² Il lavoro svolto è consistito nello sviluppo di uno strumento software per l'identificazione, in fase di ripristino, del lotto più vecchio presente sul campo. Lo stesso fornisce le funzionalità necessarie per associare ad ogni produzione i particolari lotti di materie prime utilizzate. Le specifiche tecniche e le modalità d'uso sono indicate nel capitolo 7

Per andare incontro alle nuove metodologie produttive della *Process to Demand (PtD)*, è necessario accorciare i tempi di rilascio del prodotto. Per questo motivo, tutte le nuove tipologie di impianti sono basate sul modello del clp. Esso consiste, semplicemente, in una tubazione nella quale affluiscono, in punti diversi, le singole raw material. La loro miscelazione avviene direttamente in questa condotta, eventualmente facilitata da mixer statici o dinamici. Qualora, per ragioni chimico-fisiche, sia necessario combinare prima alcuni ingredienti per generare degli intermedi, è possibile costruire dei clp secondari che si innestano nel ramo principale.

In questo modo, dopo un primo transitorio (noto come *start-up*), quando il clp è a regime, il prodotto è già pronto per essere rilasciato ed essere imbottigliato.

Tuttavia questo tipo di produzione è molto più difficile da controllare. Esistono infatti molti parametri di processo che vanno controllati in tempo reale per garantire l'alta qualità delle produzioni. Fra i primi elementi critici di questo processo da tenere sotto controllo vi è sicuramente la stabilità dei singoli flussi³.

Tutti questi impianti vengono gestiti attraverso sofisticate apparecchiature elettroniche: i PLC (Programmable Logic Controller). Si tratta di veri e propri elaboratori dedicati alla gestione di impianti industriali. Dotati di un microprocessore e di interfacce di I/O connesse a tutti i dispositivi di processo (pompe, valvole, termometri, pressostati, ph-metri e sensori vari), eseguono dei programmi che permettono la gestione completa del processo produttivo. Data la complessità dell'impianto e la loro estensione fisica, un solo plc non è assolutamente sufficiente. Esiste quindi una vera e propria rete informatica che connette fra loro i diversi plc ed i vari dispositivi di campo.

Inoltre, per permettere agli operatori di controllare l'intero impianto, esistono dei pc che interagiscono con i plc e attraverso un software molto sofisticato, *Intouch*, forniscono un'interfaccia uomo-macchina (HMI - Human-Machine Interface) semplice ed intuitiva. Si ha la possibilità di avere un pieno controllo del processo e di visionarne tutti i parametri. Funzionalità cruciali di questo sistema sono:

- la possibilità di gestire le “ricette” dei prodotti;
- gli strumenti di acquisizione e memorizzazione dei dati e di tutte le variabili;
- le funzionalità di reportistica avanzata.

Poiché uno dei punti fondamentali della politica *P&G* è il mantenimento di elevati standard di qualità è necessario avere continuamente sotto controllo l'intera supply-chain. Per quanto riguarda il reparto making, questo non significa solo tracciare tutti i parametri della produzione, ma effettuare continui controlli di qualità, prima, durante e dopo la produzione stessa. Non solo, questi dati devono essere conservati per permettere revisioni periodiche e visualizzare i trend produttivi, per indagare su eventuali deviazioni dai target fissati, individuando così problemi cronici e latenti che solo accurate indagini periodiche sono in grado di far emergere.

E' chiaro che la gestione di una tale mole di informazioni è possibile solamente tramite l'ausilio di validi strumenti informatici. Si è quindi individuato un software

³ Proprio su questo punto si è svolto parte il lavoro di PCS, mirato ad introdurre particolari controlli sulla stabilità dei flussi.

che fornisse queste funzionalità (Quality Window) e sono state sviluppate delle applicazioni che permettessero, non solo il mantenimento di tutte le informazioni sensibili ma anche una loro rapida ed agevole analisi.

2.4.1 *Panoramica delle procedure operative*

Per poter meglio chiarire i concetti che verranno esposti nei capitoli successivi, si rende necessario dare una breve panoramica delle procedure operative che si svolgono nel making.

Ogni produzione in questo reparto deve rispettare precise procedure operative descritte in un documento noto come *Manufacturing Standard (MSd)* e nel quale sono, peraltro, indicate la struttura e le caratteristiche tecniche dell'impianto produttivo.

Inoltre, la ricetta di qualunque prodotto, utilizzata poi dal software InTouch per definire il giusto dosaggio di ogni singolo ingrediente, è formalmente riportata in un secondo documento: la *Formula Card*.

Per poter affrontare alcuni dei punti chiave della Process Control Strategy, è necessario chiarire come è strutturata una generica Formula Card.

E' importante precisare che molte materie prime, per motivi di sicurezza o per ottimizzare i processi produttivi, giungono in stabilimento diluite in soluzioni. L'*attività* indica appunto la percentuale di principio attivo presente nella soluzione. Esistono accordi commerciali fra la P&G ed i suoi fornitori che stabiliscono il valore dell'attività nominale con cui essi devono consegnare le materie prime. Ovviamente nessun fornitore potrebbe produrle rispettando esattamente la concentrazione nominale. Per questo motivo esistono dei range nei quali l'attività può variare. Di conseguenza, le formule card non possono specificare un quantitativo in peso, o volume, fisso per ogni produzione, perché il dosaggio di ogni singolo ingrediente varia a seconda dell'attività con cui esso è disponibile. Le Formule Card specificano, quindi, quale deve essere il valore dell'*attivo* di ogni ingrediente nel prodotto finito, ovvero la percentuale di principio attivo presente. Sapendo il valore dell'*attivo* richiesto e il valore dell'*attività* della materia prima, è possibile definire il quantitativo percentuale di materia prima da dosare sul totale, ovverosia, le *parti*, calcolate secondo la formula:

$$parti(\%) = \frac{attivo(\%)}{attività(\%)} \cdot 100$$

Ovviamente la somma di tutte le parti di ogni singolo ingrediente deve valere 100%. Il valore delle parti permette di definire il corretto dosaggio degli ingredienti. Per un sistema batch è sufficiente moltiplicarle per i chilogrammi di prodotto finito che si intende produrre. Per un impianto a clp basta moltiplicare il valore delle parti per la portata totale del clp che si è impostata ed ottenere così il valore del Set Point (SP) al quale il flusso di ogni raw material, cioè il present value (PV), deve tendere.

Naturalmente, il sistema di gestione dell'impianto deve mettere a disposizione le funzionalità per poter gestire la variabilità dei valori delle attività. Questo è un altro

punto critico dell'intero processo contemplato dalla PCS: anche su di esso si è focalizzato parte del lavoro svolto, come spiegato nel capitolo 7.

Nei capitoli successivi verrà data una descrizione del software di gestione InTouch, una panoramica dei PLC utilizzati nello stabilimento di Gattatico e della rete che li connette ai dispositivi di campo ed un'approfondita analisi delle funzionalità offerte dall'applicativo Quality Window, utilizzato per lo sviluppo di tutte le strutture informatiche necessarie al raggiungimento degli obiettivi della Process Control Strategy.

3 Il software Intouch

3.1 Introduzione ai sistemi SCADA

InTouch è il software di gestione degli impianti produttivi utilizzato nel reparto Making dello stabilimento di Gattatico. Esso appartiene alla tipologia dei software **SCADA** (Supervisory Control And Data Acquisition) ed è sviluppato dall'americana Wonderware. Oggi esistono differenti soluzioni software SCADA, che interpretano secondo differenti approcci le necessità degli utenti, ma con le stesse finalità. Di fondo, uno Scada deve assistere gestori ed operatori nel controllo della produzione e dei processi.

Nel corso di questo capitolo, tratteremo i moduli e le tecnologie principali che sostengono l'architettura di uno Scada: gli standard di comunicazione (fondamentali per lo scambio dati e l'integrazione in rete), l'interfaccia HMI (Human Machine Interface), il modulo RTDB (Real Time Data Base, autentico motore del software), la gestione degli allarmi, l'analisi dei dati. Successivamente affronteremo tematiche più evolute come la soft-logic, i sistemi esperti, il controllo su web, le politiche di sicurezza, le funzioni di ridondanza.

Intouch concentra funzioni orientate alla modularità, alla diminuzione dei tempi di sviluppo, all'aumento della redditività, all'apertura verso altri sistemi tramite standard certificati e riconosciuti (ad esempio OPC, ODBC, XML, 21 CFR Part11), all'adozione della programmazione a oggetti e di altre tecniche informatiche.

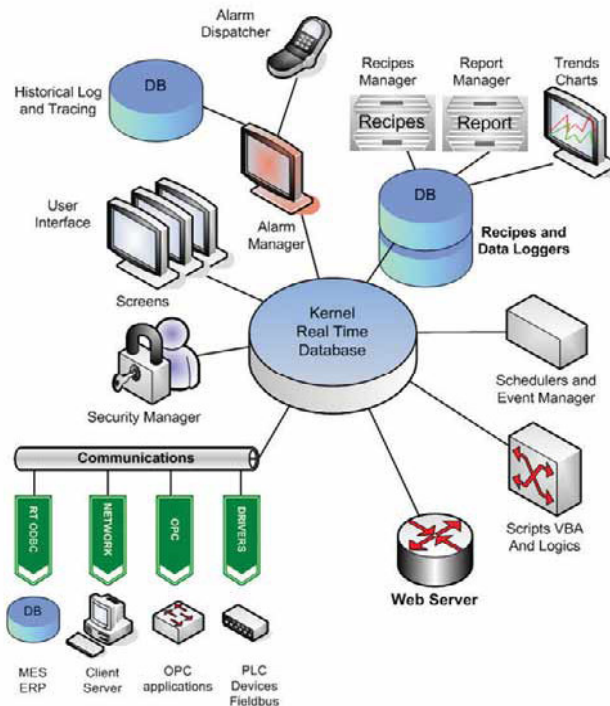


Figura 3-1. Architettura modulare software Scada

Diffusi dagli anni '80 in tutti i settori industriali, gli Scada appartengono oggi all'avanguardia delle tecniche di automazione. Uno Scada moderno oltre ad offrire le tradizionali funzioni di raccolta dati, visualizzazione e controllo deve assicurare facilità d'uso anche agli utenti meno esperti, apertura in sicurezza verso le reti informatiche e i sistemi di comunicazione, riduzione dei tempi di ingegneria e sviluppo nelle applicazioni.

L'introduzione del termine Scada, risale agli anni '60 nell'industria di processo. Sistemi Scada su grande scala venivano sviluppati con tecnologie hardware (Workstation e sistemi di controllo distribuiti) e software. A partire dagli anni '80, nei sistemi di controllo industriali, Scada sta a significare per lo più una piattaforma informatica, ovvero un software di supervisione, acquisizione dati, controllo e calcolo installato su PC (di tipo office, industriale, embedded) e dispositivi portatili (PDA, tablet) e funzionante su diversi tipi di LAN (Local Area Network) e WAN (Wide Area Network) che collegano processori e RTU (Remote Terminal Unit), scalando dai dispositivi locali di uno stabilimento fino alla copertura di grandi aree. Gli Scada sono impiegati nelle più svariate realizzazioni: comunicazioni satellitari, servizi energetici, trasporto e trasformazione di combustibili e gas, gestione utilities e telecontrolli, elettronica, industria alimentare, movimentazione dei materiali, chimica, farmaceutica, sistemi di trasporto, industria dell'acqua ecc. Sul piano sistemistico l'architettura di uno Scada moderno è basata su standard aperti e documentati ed è sufficientemente personalizzabile e flessibile per poter integrare sistemi nuovi o esistenti, non necessariamente dello stesso costruttore. Inoltre, proprio perché devono controllare impianti distribuiti, gli Scada sono spesso installati e funzionanti in architetture di tipo client/server, nelle quali esistono connessioni dirette o dedicate tra server Scada e nodi client/remoti.

3.2 Comunicazione, allarmi, dati, HMI

I processi basilari che regolano il funzionamento di uno Scada sono i meccanismi di comunicazione, l'allarmistica, l'interfaccia HMI, la gestione dati real-time e storica (e relative interazioni nel controllo di produzione, asset, magazzino, manutenzione). Anzitutto è fondamentale l'apertura degli Scada verso il mondo esterno: essi comunicano per via seriale⁴ con i dispositivi di controllo (ad esempio PLC) e scambiano dati con sistemi gestionali su reti informatiche. La gestione della comunicazione provvede anche all'interpretazione dei messaggi e dei collegamenti tra il database centralizzato e i dispositivi di campo. I driver di comunicazione permettono la trasmissione verso i differenti programmi applicativi in esecuzione sullo stesso elaboratore attraverso gli strumenti dell'ambiente operativo. Su reti WAN, inoltre, è necessario che lo Scada possieda un modulo di comunicazione per la connessione simultanea alle diverse unità terminali remote (RTU). Negli ultimi anni, le reti di telecomunicazione utilizzate per raccogliere i dati negli Scada hanno fatto uso intensivo di sistemi e protocolli, tra cui i principali bus di campo, la rete Ethernet e più recentemente le reti wireless. Gli standard informatici e di comunicazione che negli anni si sono aggiunti alle tecnologie Scada sono stati

⁴ Esistono differenti tipologie di rete per connettere la stazione di controllo con i PLC presenti sul campo. Nello stabilimento di Gattatico sono essenzialmente due: la più datata DH+ (Data Highway plus) e la più recente ControlNet. Per ulteriori informazioni fare riferimento al cap.4

molteplici: DDE, COM, DCOM, CORBA, Active X, SOAP, ADO e altri ancora. Attualmente sono soprattutto gli standard ODBC, OPC e XML a fare degli Scada dei sistemi realmente aperti e interoperabili. ODBC (Open DataBase Connectivity) è uno strumento flessibile per lo scambio di informazioni in database relazionali e l'accesso agli storici, con l'utilizzo di linguaggi come SQL (Structured Query Language) finalizzati a ricerche e analisi sui dati. La tecnologia OPC (OLE for Process Control), basata su architetture client/server definisce oggetti, metodi e proprietà fondati sul concetto COM (Component Object Model) per consentire ai server (DCS, PLC, apparecchiature di campo...) di comunicare i dati "real-time" ai rispettivi client. In questo modo l'utilizzatore può combinare lo Scada con qualsiasi tipo di hardware, svincolandosi da problematiche legate alla gestione e ai costi di driver compatibili con un singolo componente di automazione. Infine, ma non ultima per importanza, la recente introduzione del linguaggio XML (eXtensible Markup Language), nato per i documenti web, utilizzato come standard in fase di estensione e implementazione di nuove funzioni e trasferimento dati.

Un altro processo strategico per il funzionamento del sistema è la gestione e la conoscenza di allarmi ed eventi. Gli Scada permettono la configurazione funzionale degli allarmi di un impianto, raggruppandoli in livelli e classi differenti, associandoli ad eventi di generazione ed eliminazione, fornendo strumenti di controllo e analisi. Gli allarmi sono tipicamente di due tipi: a insorgenza (si attivano al verificarsi di un evento e rientrano solo a seguito di un reset generale) oppure a riconoscimento (disattivabili dall'operatore all'atto del riconoscimento, successivamente all'attivazione). Le specifiche di comunicazione su evento "OPC A&E" (Alarms & Events) hanno affiancato le tradizionali norme ISA di gestione e interpretazione da parte dell'operatore, anche se - a prescindere dagli standard - gli Scada sono forniti di numerosi strumenti per una gestione flessibile degli allarmi. Ma sono soprattutto l'analisi storica e la messaggistica in tempo reale (fax, voice, sms, e-mail, messenger) a costituire un fondamentale supporto per il rilevamento e la prevenzione delle situazioni critiche.

La caratteristica più nota di uno Scada è l'interfaccia HMI, la quale illustra in maniera chiara lo stato di funzionamento di un intero sistema e consente l'introduzione dei parametri operativi. Per non essere di ostacolo agli utenti meno specializzati, l'interfaccia deve essere semplice e immediata (user-friendly) e permettere l'accesso ai vari servizi del sistema a diversi livelli, eventualmente protetti da password e autorizzazioni. Il livello HMI permette l'accesso alla base dati centrale attraverso tecniche di ricerca, ordinamento e selezione di variabili e campi. L'interfaccia operatore è in genere costituita da pagine grafiche che rappresentano pannelli di comando e quadri sinottici dell'intero impianto o di parti di esso. Le pagine grafiche, principalmente basate sugli schemi di flusso P&I (Process and Instrumentation), permettono all'operatore di inviare comandi all'impianto attraverso diagrammi e simboli grafici (pulsanti, interruttori, bargraph, comandi a slitta ecc.), e di monitorare i valori dei dati di processo o lo stato dei sottosistemi (ad esempio visualizzazione allarmi, stati di funzionamento degli apparati, livello fluidi). Gli elementi chiave possono essere statici o dinamici con attributi (aspetto, colore, dimensione ecc.) in grado di adeguarsi alla variazione delle grandezze controllate. La maggior parte degli Scada comprende librerie di oggetti grafici configurabili in funzione delle esigenze specifiche. Di particolare interesse è l'approccio alle forme visuali più moderne (comunicazioni multimediali, grafica

vettoriale, oggetti dinamici) e l'importazione/ esportazione di immagini da e verso altri applicativi.

Uno Scada possiede un'architettura multitasking che provvede all'acquisizione dati dal campo ad intervalli di campionamento selezionabili e li memorizza in archivi permanenti, garantendone la protezione e il backup. Modulo centrale dell'architettura di uno Scada è il Real Time Database (RTDB). Si tratta di una base dati aggiornata in tempo reale dei nodi monitorati dell'impianto, in grado di rispondere alle richieste di lettura e scrittura, da parte di più programmi contemporaneamente. Sfruttando questo modulo centrale i differenti programmi o task, ognuno con specifiche funzioni, operano unilateralmente e si scambiano le informazioni in modo trasparente. I sistemi Scada sono in grado di elaborare le informazioni residenti nella base dati centrale secondo differenti modalità. I dati selezionati possono essere classificati secondo i codici delle variabili, il tipo, le classi degli eventi, gli stati e i valori sorgenti e ingegnerizzati ecc. Lo standard ODBC adottato da numerosi produttori è una realtà nel permettere l'accesso a log e database storici in vari formati (Access, SQL, Oracle ecc.).

Strettamente connessi agli archivi vi sono le funzionalità statistiche e di visualizzazione e stampa. In particolare, per tenere traccia dei cicli di lavoro, trend (evoluzioni) e report (rapporti) rappresentano strumenti di immediata utilità per l'operatore e comprendono: serie storiche, analisi delle anomalie, dati strutturati per obblighi di legge e certificazioni, andamento dei dati di produzione o di processo. In quest'ottica uno Scada tiene sotto controllo la dinamica del sistema produttivo ed è di reale supporto alle attività di manutenzione correttiva e preventiva, all'asset management, alla gestione delle scorte di magazzino, in quanto può fornire la frequenza e la tipologia dei guasti, e in forme variabili la schedulazione di eventi, le contabilizzazioni energetiche (a partire dal calcolo delle ore di funzionamento degli apparati), le elaborazioni (e predizioni) di tipo statistico-matematico, la possibilità di correggere (adattare) i parametri di controllo e suggerire modifiche delle strategie produttive.

Nelle industrie di processo uno Scada può anche occuparsi della gestione ricette (contenitori di dati) e, laddove sono presenti, dell'utilizzo dei lotti (batch), pianificando la sequenza delle operazioni secondo le scadenze temporali, la manifestazione di eventi, le richieste degli utenti.

Uno Scada può anche favorire lo sviluppo dell'intera catena del valore aziendale, grazie all'integrazione o alla fusione con moduli MES (Manufacturing Execution Systems) e ERP (Enterprise Resource Planning), fungendo da motore per lo scambio e la raccolta centralizzata di informazioni. In questo modo le tipiche funzioni Scada possono essere armonizzate e integrate sia con le attività di tracciabilità e controllo della produzione (MES), sia con l'intero ciclo informativo-gestionale dell'impresa (ERP).

3.3 Web e security

Gli Scada sono ormai diventati parte integrante di piattaforme multi-servizi e comprendono una vasta serie di funzionalità avanzate e accessorie. Tra queste vanno segnalati il controllo su web, le politiche di sicurezza, i moduli di softlogic e i sistemi esperti, la funzione di ridondanza.

Benché susciti molto interesse, l'utilizzo degli Scada su internet è ancora condizionato da approcci e aspettative spesso non convergenti. Da un lato tecnologie diffuse e relativamente semplici (Java, RAS, http, applicativi Web Client) spingono la e-automation, dall'altro problematiche di configurazione, usabilità e soprattutto di sicurezza scoraggiano e confondono gli utenti. Oltretutto, al di là dell'eventuale utilizzo di postazioni client su web, è l'ormai radicata integrazione di nodi Scada con le altre reti informatiche (internet, intranet, extranet ecc.) a porre problemi di vulnerabilità nei confronti di attacchi esterni che possono compromettere l'operatività e la tutela dei dati. In effetti i produttori di Scada hanno previsto molte opzioni per la security, la quale deve comunque essere parte integrante del processo di progettazione e va garantita a

livello di apparati hardware e di rete. Da un lato vanno implementati metodi di password, crittazione dati, firma elettronica, dall'altro vanno integrati con meccanismi di protezione di rete: firewall, modalità di interconnessione, utilizzo di VPN (Virtual Private Network) ecc. La sicurezza host-based, invece, riguarda tutti i meccanismi di "hardening" necessari su un singolo server per evitare l'utilizzo di servizi non strettamente legati alle funzionalità cui è dedicato. Sono inoltre disponibili i sistemi e i servizi di sicurezza informatica offerti dai sistemi operativi, come Active Directory di Windows. Sempre in tema di security, merita un discorso a parte la normativa 21 CFR Part 11 emessa nel 1997 dalla statunitense FDA (Food & Drug Administration). L'implementazione di tale standard negli Scada impiegati nel settore chimico, farmaceutico e alimentare è un requisito irrinunciabile per garantire la sicurezza nella validazione dei dati e nella registrazione della firma elettronica. Presenti spesso come espansione di un'architettura Scada sono i moduli di soft logic, tipicamente su piattaforma IEC 61131, i quali possono implementare logiche di automazione di solito svolte da PLC, con maggiori vantaggi in termini di costi inferiori, integrazione in rete, prestazioni più elevate, riuso, simulazioni e debug più spinti. Un'altra possibilità legata alle funzioni di controllo è rappresentata dalle estensioni software con funzione di sistema esperto, cui sono affidati il compito di reagire al cambiamento delle variabili di controllo e di quelle controllate, suggerendo all'utenza una serie di operazioni alternative a seguito di determinati eventi. I sistemi esperti rappresentano un'applicazione delle tecniche di intelligenza artificiale e il loro funzionamento si basa su motori inferenziali, ossia su procedure di individuazione di strategie sulla base di premesse. Le funzioni di ridondanza, infine, sono utili nei contesti medio-grandi o in applicazioni di safety, in cui, secondo varie modalità, i livelli hardware, software, database e comunicazione dello Scada sono raddoppiati e il sistema è strutturato in modo tale da far subentrare un nodo (server) in rete, a uno che sia andato fuori servizio.

InTouch di Wonderware è un software con caratteristiche innovative, riconosciuto dal mercato per le sue caratteristiche di semplicità d'uso e riusabilità funzionali, ricco di servizi di supporto per l'utente, in particolare di programmi specifici per OEM e costruttori di macchine. InTouch è caratterizzato da linguaggio di programmazione e strumenti di debug embedded, vasta libreria di simboli HMI, gestione storica su database relazionale e analisi grafica-tabellare avanzata.

Queste caratteristiche tecniche favoriscono la riduzione dei costi di gestione e amministrazione TCO (Total Cost of Ownership) e garantiscono un elevato ROI

(Return On Investment). La presenza di uno script editor robusto e intuitivo consente anche agli utenti meno esperti l'accesso a sofisticate funzionalità e la capacità di realizzare applicazioni personalizzate.

Le funzionalità di gestione di InTouch 9.5 poggiano su un ambiente di sviluppo intuitivo, un'allarmistica completa di strumenti di analisi (Pareto), un supporto dinamico all'operatore, l'adeguamento automatico ai cambi di lingua e alla scalabilità degli impianti per ampliare un'applicazione e integrarvi nuove funzioni, indipendentemente dalle sue dimensioni e senza determinare fermi-impianto.

InTouch 9.5 presenta funzionalità avanzate di "Strong redundancy" (ogni client mantiene una copia locale della applicazione server), "Unparalleled reliability" (il client continua a lavorare anche se il server non è disponibile), "Seamless reconnections" (riconnessione automatica da parte del client quando il server ritorna operativo), "Online modification changes" (non è necessario il restart delle applicazioni dopo i cambiamenti), distribuzione automatica delle modifiche apportate ai template.

Oltre a sfruttare i vantaggi della piattaforma ArchestrA (basata su .NET framework di Microsoft) su cui è stato sviluppato, InTouch 9.5 permette agli utilizzatori di creare, installare e testare rapidamente le applicazioni che rendono disponibili, ovunque e in tempo reale, le informazioni necessarie.

Dal punto di vista della security InTouch gestisce fino a 9.999 livelli di sicurezza integrabili con i meccanismi di protezione di Windows ed è compliant con la normativa 21CFR Part 11.

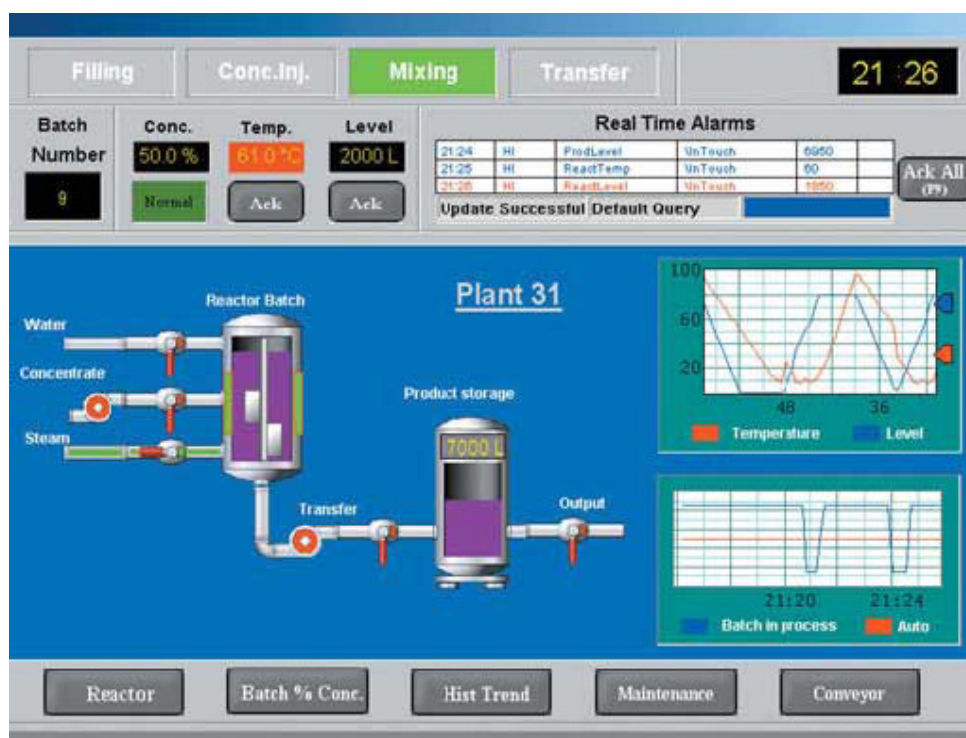


Figura 3-2 Un esempio i pagina video InTouch 9.5

3.4 La struttura del sistema InTouch utilizzato

In questo paragrafo verrà presentata l'organizzazione originale dei sistemi InTouch utilizzati nello stabilimento di Gattatico facendo riferimento all'impianto di produzione della varie formule di Viakal.

Funzionalità di login

Prima di poter accedere al sistema è necessario effettuare il login. Ogni utente appartiene ad un livello tra 1000 e 9999 secondo i privilegi che gli vengono assegnati. L'utente Administrator, con livello 9999, ha facoltà di creare e cancellare utenti e modificarne i livelli.

Il nome dell'utente correntemente loggato viene memorizzato nel tagname \$user_entry.⁵

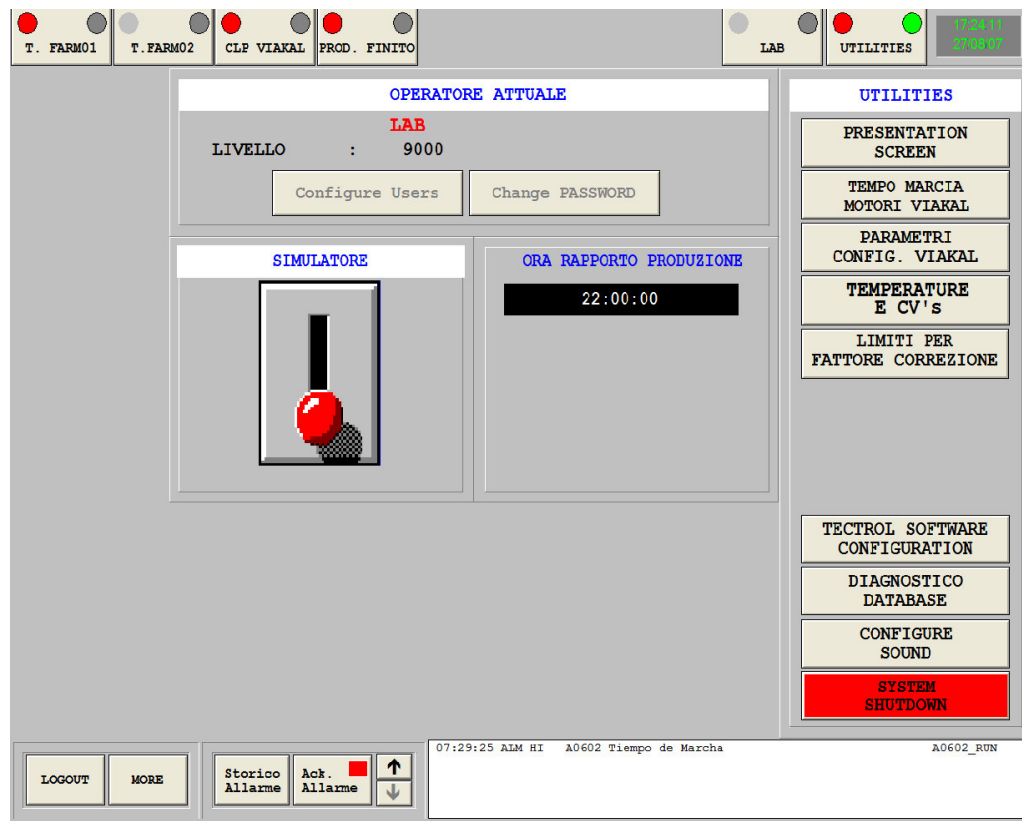


Figura 3-3

⁵ Questo tagname viene letto automaticamente dall'applicazione realizzata in Excel per la creazione automatica dei rapporti di produzione ad ogni ora di produzione. Vedi paragrafo 7.4

Tank farm

In queste pagine vengono rappresentati gli stoccaggi delle materie prime insieme a tutte le indicazioni degli equipment necessari al dosaggio degli ingredienti nell'impianto di produzione: tubazioni, pompe, valvole, miscelatori, sensori.

Normalmente, in condizioni di riposo questi elementi hanno un colore rosso, quando sono attivi assumono una colorazione verde, in caso di guasti un riquadro giallo lampeggiante li evidenzia.

Queste pagine mettono a disposizione tutte le funzionalità necessarie per effettuare gli scarichi ed i ripristini delle materie prime e visualizzano eventuali grandezze fisiche: temperature, pressioni e pH.

Cliccando su ogni item, vengono visualizzate informazioni dettagliate nella barra di stato in basso, oltre al nome del tagname viene indicato il valore attuale e gli eventuali limiti Lo-Lo, Lo, Hi, Hi-Hi, utilizzati per realizzare i vari interlock in fase di scarico e dosaggio. Un utente con livello 9999 può modificarne i valori.

In figura 3.4 è mostrato il dettaglio del livello del serbatoio dell'acqua, tagname LT01_1, valore 47940 Kg pari al 96.711% della capacità totale ed i limiti settati. La barra a destra fornisce una visualizzazione grafica di queste informazioni.

Come in ogni pagina, cliccando sul tasto TAG vengono visualizzati i tagname dei vari item visualizzati.

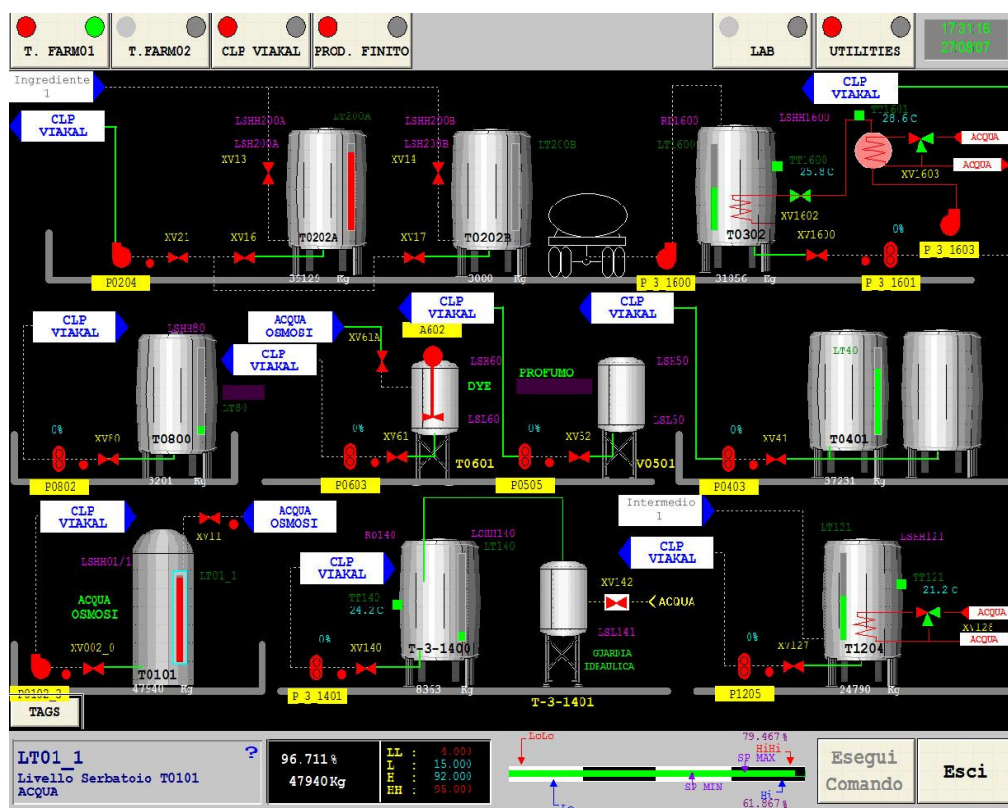


Figura 3-4

Pagine clp/batch

Sono le pagine in cui vengono visualizzate le strutture principali di un impianto di produzione: clp o unità batch.

Nella figura 3.5 è indicato il clp del viakal.

Le linee bianche sono le tubazioni non in uso, che permettono il dosaggio di ogni singolo ingrediente nei rami secondari prima ed infine in quello principale. Si notano per ogni ingrediente le valvole di dosaggio ed i corrispondenti flowmeter che, misurando il flusso di dosaggio, permettono di conoscere il valore del present value (PV) del corrispondente ingrediente.

Il PLC, facendo tendere questo valore al corrispondente Set Point (SP), calcolato in base all'indicazione della formula card, al flusso del clp impostato ed al valore dell'attività, garantisce il corretto dosaggio degli ingredienti.⁶

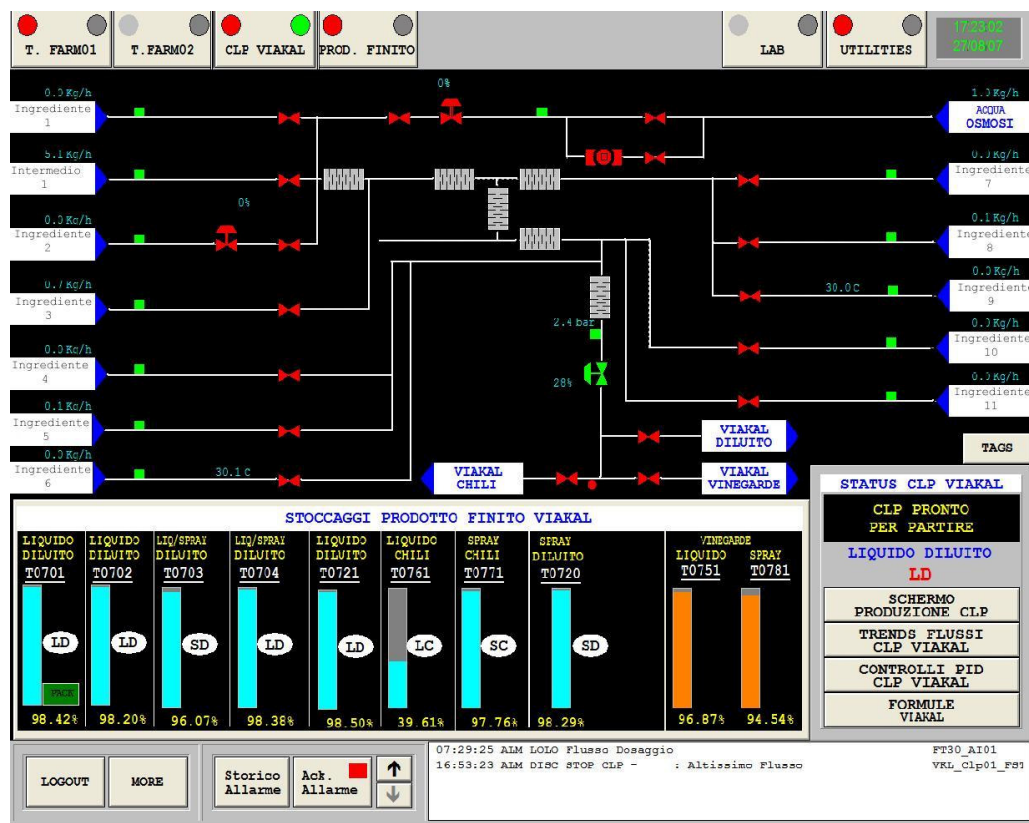


Figura 3-5

E' importante precisare, ai fini della comprensione dei successivi capitoli, il meccanismo di addizione delle raw material. Nell'ottica del principio della moderazione del controllo, per evitare eccessive oscillazioni iniziali del flusso

⁶ Considerazioni analoghe sono valide per le unità batch dove però non ha senso parlare di PV e SP. In questo caso è sufficiente calcolare i chilogrammi sufficienti da dosare a partire dalle indicazioni della formula card, dal quantitativo di prodotto finito che si intende realizzare e dal valore dell'attività di ogni singola raw material.

attorno al proprio target, la sua regolazione *automatica*, mediante retroazione con controllore PID, non agisce immediatamente alla partenza del clp, ma dopo un intervallo di tempo variabile da ingrediente ad ingrediente. Durante questa fase la pompa funziona in una modalità nota come *manuale* utilizzando un CV predefinito prossimo al valore di regime ed indicato nel PLC. In questo modo si dà al flusso il tempo necessario per attestarsi in prossimità del suo Set Point. Quando la modalità *automatica* sarà attivata il controllo dovrà effettuare correzioni minime evitando così eccessive sovraelongazioni e riducendo i tempi di assestamento.

Schermo di produzione

In questa pagina sono indicati tutti i parametri di produzione.

Per ogni ingrediente sono visualizzati:

- l'attivo indicato in Formula Card
- l'attività nominale
- l'attività reale
- il fattore di correzione delle parti calcolate⁷
- Set Point
- Present value
- Stato del dosaggio
- Valore attuale del Cv⁸ della pompa di dosaggio

T. FARM01		T. FARM02		CLP VIAKAL		PRCD. FINITO		LAB		UTILITIES		173855 270807	
FORMULA : LIQUIDO DILUITO				ORA INIZIO/FINE PROD. : 27/08/07 16:21:47				27/08/07 16:53:28					
CODICE : LD				TEMPO PRODUZIONE				0:31:30 HH:MM:SS					
INGREDIENTE	100.000	FORMULA CARD (%)	ATTIVITA F. CARD (%)	ATTIVITA REALE (%)	FATTORE CORREZIONE (%)	SETPOINT (Kg/h)	FLUSSO REALE (Kg/h)	ACCUMULO TOTALE (Kg)	STATUS & CONTROLLI	CV (%)			
S Ingrediente 1		53.271	100.000	100.000	0.000	15981.30	0.15	43603	→	0.00			
S Ingrediente 2		12.000	75.000	75.090	0.000	3595.69	0.30	9809	→	0.00			
S Ingrediente 3		2.118	85.000	85.630	0.000	630.95	0.71	1727	→	0.00			
S Ingrediente 4		2.200	100.000	100.000	0.000	660.00	0.30	1806	→	0.00			
S Ingrediente 5		0.235	100.000	100.000	0.000	70.50	0.31	193	→	0.00			
S Ingrediente 6		0.160	100.000	100.000	0.000	48.00	0.34	133	→	0.00			
S Ingrediente 7		0.125	20.000	20.630	0.000	36.35	0.38	101	→	0.00			
S Ingrediente 8		29.574	100.000	100.000	0.000	8881.51	0.32	24386	→	0.00			
S Ingrediente 9													
S Ingrediente 10		0.317	60.000	59.620	0.000	95.71	0.36	259	→	0.00			
S Ingrediente 11													
S Ingrediente 12													
S Ingrediente 13													
SELEZIONE FORMULA	MARCIA CLP	SELEZIONE SERBATOIO ACIDO FOSFORICO	SELEZIONE PREPARATORE DESTINAZIONE	PRODUZIONE OPERATORE 2775204 Kg	PRESSIONE CLP SP: 0.8 bar PV: 2.4 bar CV: 27.8 %		FLUSSO CLP SP: 30000 KG/H PV: 0 KG/H						
DESTINO PRODOTTO FINITO	ARRESTO CLP	T0200A	T0701	TOTALE 82016 Kg									
MENU CONTROLLO CLP VIAKAL	CLP VIAKAL MODO AUTO	ESEGUI COMANDO	ANNULLA	PARZIALE 7013 Kg									
				RAFFORTO CGNI 25000 Kg	CLP PRONTO PER PARTIRE								
TRAVASO A STOCCAGGIO T720				TRASFERIMENTO PACKING									
T0701 98.3 %	P705	P709	TRAVASO	SELEZIONE POMPA LINEA 1 P707A	SELEZIONE POMPA LINEA 2 P 3 0760	SELEZIONE POMPA LINEA 3 P 3 0771	SELEZIONE POMPA LINEA 9 P 3 780	ACK ALLARMI PACKING					
T0702 98.2 %	T0704 → T720	T0703 → T720	AUTO MAN	SELEZIONE SERBATOI VIAKAL LIQUIDO DILUITO									
T0703 96.1 %	MARCIA	MARCIA	ESEGUI COMANDO	PRIMO T0701	SECONDO T0702	TERZO T0704	QUARTO T0721	QUINTO T0721					
T0704 98.4 %	TRAVASO	TRAVASO											
T0721 98.5 %													
T0720 97.9 %	ARRESTO	ARRESTO	ANNULLA										
T30761 39.6 %	TRAVASO	TRAVASO											
T30771 97.7 %													
LOGOUT MORE				Storico Allarme Ack. Allarme				07:29:25 AIM LOLO Flusso Dosaggio ACIDO FORMICO 16:53:23 AIM DISC STOP CLP - XSUM: Altissimo Flusso FT30_AI01 VKL_Clp01_F81					

Figura 3-6

⁷ La formula per il calcolo delle parti è indicata nel paragrafo 2.4.1

⁸ **CV - Current Value:** è il rapporto fra il numero di giri reali ed il numero di giri nominali dell'albero di una pompa, espresso in percentuale. Esso dà un'indicazioni di quanto una pompa si sta sforzando per garantire il flusso richiesto.

Pagina trend

In questa pagina è visualizzabile lo storico dei trend dei valori dei dosaggi di tutte le raw material, delle temperature e delle varie grandezze fisiche monitorate dal sistema InTouch.

E' possibile definire fino ad otto ingredienti diversi e visualizzarli in un qualunque intervallo temporale.

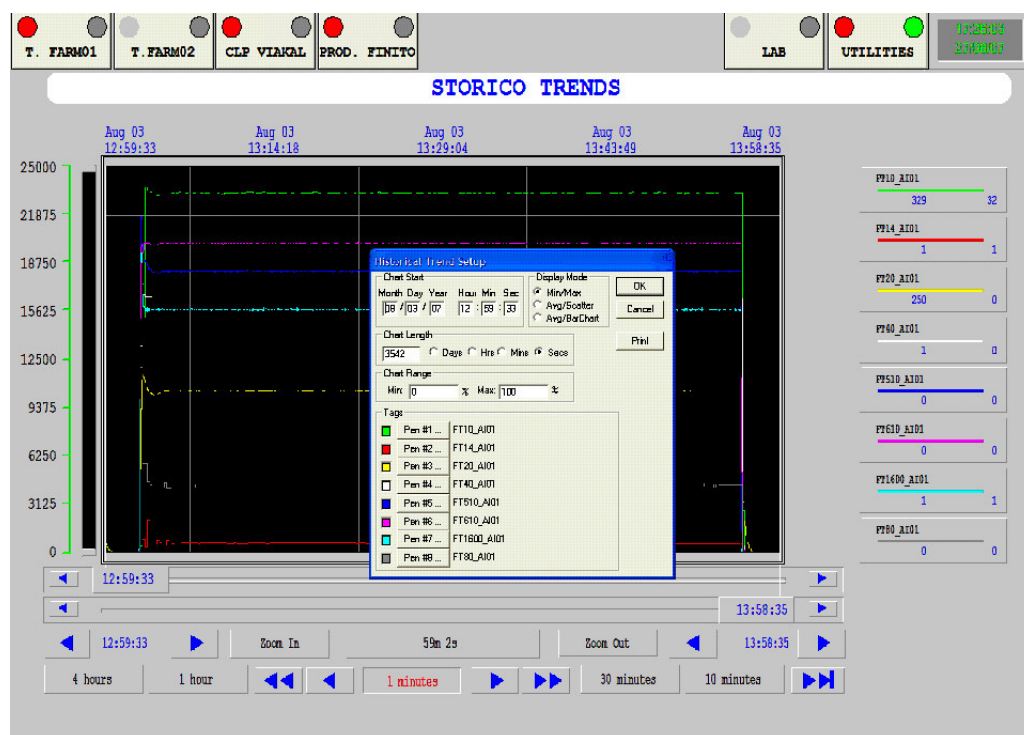


Figura 3-7

Pagina Lab

In questa schermata, per ogni ingrediente, vengono inseriti i valori delle attività misurate dal laboratorio analisi.

E' indispensabile fornire al sistema questi valori prima di ogni produzione, per calcolare il corretto dosaggio delle raw material.

The screenshot displays a software interface for 'ATTIVITÀ RAW MATERIAL'. At the top, there is a status bar with several indicator lights and labels: 'T. FARM01', 'T. FARM02', 'CLE VIAKAL', 'PROD. FINITO', 'LAB', 'UTILITIES', and a digital display showing '17:23:31' and '27/08/07'. The main area contains a table titled 'ATTIVITÀ' with 13 rows of ingredient activities. The bottom of the screen features a navigation bar with buttons for 'LOGOUT', 'MORE', 'Storico Allarme', 'Ack. Allarme', and a vertical arrow button.

ATTIVITÀ	
1 Ingrediente 1	100.000
2 Ingrediente 2	75.090
3 Ingrediente 3	85.600
4 Ingrediente 4	100.000
5 Ingrediente 5	100.000
6 Ingrediente 6	100.000
7 Ingrediente 7	20.630
8 Acqua osmosi	
9 Ingrediente 9	60.290
10 Ingrediente 10	59.620
11 Ingrediente 11	100.000
12 Ingrediente 12	100.000
13 Ingrediente 13	100.000

Figura 3-8

Rapporti di produzione

I dati di ogni produzione vengono registrati in un database Microsoft Access⁹ e resi disponibili attraverso un applicativo che li presenta sotto forma di rapporti stampabili. Ogni rapporto dà indicazioni delle produzioni realizzate: dosaggi, ore di inizio e fine.

Nelle figure 3.9 e 3.10 sono riportate la schermata di selezione del rapporto ed un rapporto di produzione giornaliero con l'indicazione di tutti gli ingredienti dosati nell'intero arco delle ventiquattro ore.

⁹ Nelle ultime applicazioni InTouch la direzione è quella di adottare soluzioni di data recording basate su database SQL, molto più affidabili e in grado di tracciare tutti i tagname di un intero sistema Intouch.

Raport Ace Viakal v5.1.3 - Gattatico Plant

RAPPORTI ACE VIAKAL P & G

CLP
GIORNALIERO
DETTAGLIO

Select report :

- UN GIORNO - Accumulato Produzione
- TRA DUE DATE - Accumulato Produzione
- MESE ATTUALE - Accumulato Produzione
- ALTRI MESI - Accumulato Produzione

Data Iniziale

August 2007

	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
31	29	30	31	1	2	3	4
32	5	6	7	8	9	10	11
33	12	13	14	15	16	17	18
34	19	20	21	22	23	24	25
35	26	27	28	29	30	31	1
36	2	3	4	5	6	7	8

Today: 27/Aug/07

Descrizione Rapporto :

Questo rapporto mostra i dosaggi dell'intero giorno

About
Uscire

Figura 3-9

P&G		RAPPORTO PRODUZIONE CLP GIORNO: 27/08/2007			
P.S. GATTATICO PLANT		Unità Produzione ACE VIAKAL		PROCTER & GAMBLE ITALIA, S.p.A.	
			SETPOINT	ATTIVITÀ	
LIQUIDO DILUITO TOTALE	Inghediente 1	39,849.4 Kg	100.0 %	Inghediente 9	121.4 Kg 100.0 %
	Inghediente 2	8,973.0 Kg	75.2 %	Inghediente 10	0.0 Kg 100.0 %
	Inghediente 3	1,580.1 Kg	85.0 %	Inghediente 11	177.0 Kg 100.0 %
	Inghediente 4	1,652.5 Kg	100.0 %	Inghediente 12	0.0 Kg 100.0 %
	Inghediente 5	92.7 Kg	20.6 %	Inghediente 13	0.0 Kg 100.0 %
	Inghediente 6	22,320.7 Kg	100.0 %		
	Inghediente 7	0.0 Kg	50.3 %		
	Inghediente 8	236.6 Kg	59.6 %		
	PRODUZIONE				
	Totale	75,003.3 Kg			

Figura 3-10

4 Programmable Logic Controller

4.1 Introduzione

Nel mercato sono stati introdotti da diversi anni alcuni dispositivi denominati PLC (Programmable Logic Controller). Si tratta di dispositivi altamente affidabili e molto versatili, utilizzati per la gestione di impianti industriali.

4.2 Come funziona un plc - controllogix

In questo paragrafo verrà data una panoramica di funzionamento dei plc ControlLogix appartenenti alla famiglia Logix5000, uno degli ultimi prodotti dalla Rockwell Automation. Questa è la tipologia di controllori che si è deciso di utilizzare per i recenti impianti di produzione in luogo dei più datati e meno performanti PLC-5™, prodotti dalla stessa Rockwell.

La figura 4.1, mostra un semplice sistema ControlLogix, consistente di un singolo controllore con moduli di I/O in un singolo chassis.

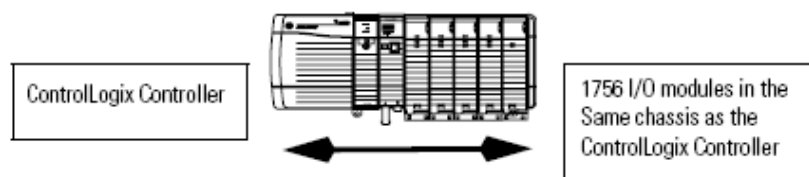


Figura 4-1

Tuttavia un sistema di questo tipo non è sufficiente per gestire un intero impianto di produzione. Per un sistema che sia più flessibile e che abbia la possibilità di coprire spazi più ampi è necessario ricorrere a:

- Controllori multipli in singoli chassis
- Controllori multipli connessi tramite rete
- Piattaforme di I/O distribuite in locazioni diverse e distanti.

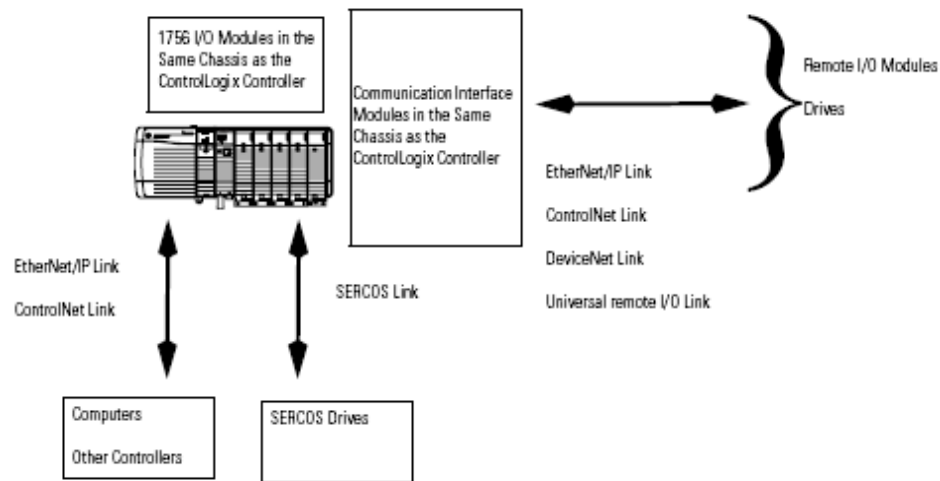


Figura 4-2

Un controllore ControlLogix divide le sue risorse tra due CPU:

- Logix CPU. Esegue il codice delle applicazioni e elabora i messaggi
- Backplane CPU. Comunica con i moduli di I/O, riceve ed invia i messaggi dal backplane. Questa CPU opera indipendentemente dalla LOGIX CPU, in questo modo può ricevere ed inviare informazione di I/O in maniera asincrona rispetto all'esecuzione del programma.

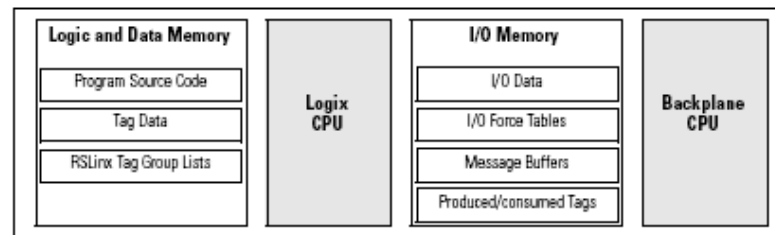


Figura 4-3

I controllori Logix5000 sono sistemi multitasking e permettono la definizione di task continui, periodici e event-driven e sono dotati di un sistema operativo di tipo preemptive, questo significa che un task può interrompere l'esecuzione di un altro task.

La tabella 4.1 riassume le tre tipologie di task definibili.

Tipo di task	Esecuzione	Descrizione
Continuo	Tutto il tempo	Il task continuo viene eseguito in background. Il tempo di CPU non allocato per altre operazioni è utilizzato per eseguire i programmi del task continuo. Il task continuo è eseguito costantemente, e la sua esecuzione ricomincia ogni volta che il task è concluso
Periodico	Ad istanti prestabiliti	Il tempo di attivazione di un task periodico può variare da 0.1 a 2000 μ sec. Il valore di default è 10 msec.
Event	Appena l'event si presenta	L'evento che può far scattare l'attivazione del task può essere: <ul style="list-style-type: none"> - asincrono all'esecuzione del codice, con il verificarsi di una particolare condizione - sincrono: con l'esecuzione di una istruzione EVENT

Tabella 4-1

Il ControlLogix può gestire fino a 32 task, solo uno può essere di tipo continuo. Un task può avere fino a 100 programmi separati, ognuno con le sue routine. Una volta che il task è attivato, tutti i programmi assegnati sono eseguiti nell'ordine nel quale sono stati raggruppati. Ogni task nel controllore ha un livello di priorità. Il sistema operativo usa il livello di priorità per determinare quale task deve essere eseguito quando più di un task diventa attivo. E' possibile configurare un task periodico con livelli di priorità da 15 (il più basso) ad 1 (il più alto). Un task può essere interrotto da un altro task purché abbia priorità maggiore. Il task continuo ha sempre la più bassa priorità e può essere interrotto da task periodici o event-driven.

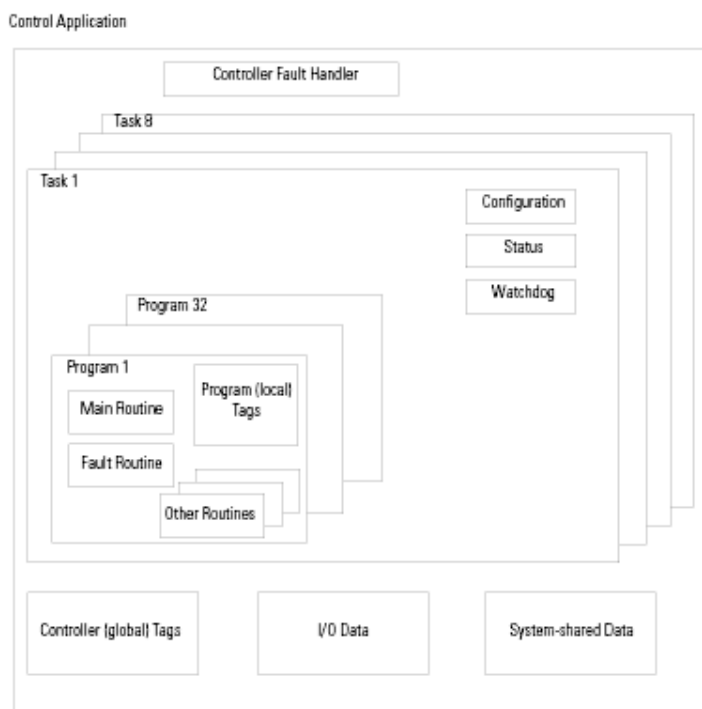


Figura 4-4

Ogni programma è costituito da un insieme di tag locali (variabili), una routine principale, eventuali sub routine. Può anche contenere una fault routine, la quale viene eseguita quando una qualunque istruzione del programma, in qualunque routine, solleva un fault. Ogni task può schedulare fino a 100 programmi e vengono eseguiti dal primo all'ultimo, durante l'esecuzione del task che li contiene. Programmi che non sono contenuti in nessun task, sono considerati come programmi non schedulati.

La figura 4.4 mostra la struttura tipica di un'applicazione di controllo.

4.3 Plc e linguaggi di programmazione

La norma di riferimento sulla programmazione dei PLC è la IEC 1131-3, che riassume un po' tutte le modalità di programmazione. Di tutti i linguaggi di programmazione si può fare una prima macrodistinzione in due grandi categorie:

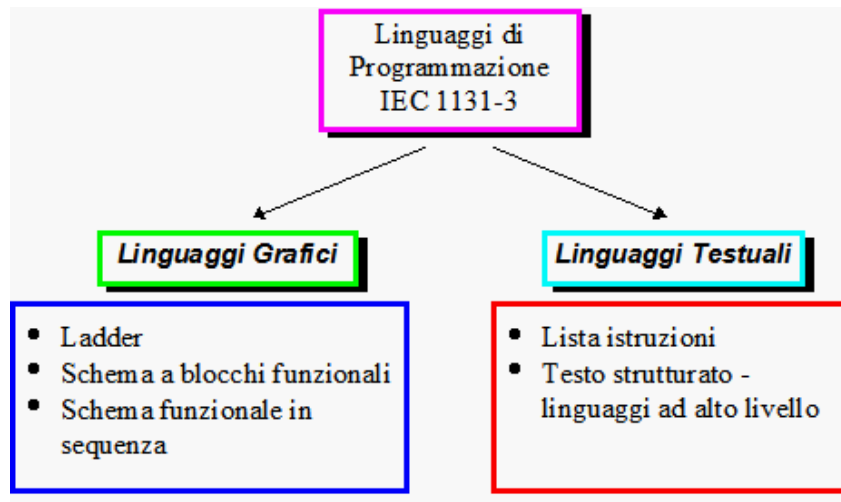


Figura 4-5

4.3.1 Linguaggi di programmazione testuali

Questi modi di programmazione sono quelli più "ostici" per chi si avvicina al mondo PLC dal settore elettrotecnico.

Tali sistemi di programmazione sono di provenienza prettamente elettronica e/o informatica e quindi costituiscono dei veri linguaggi di programmazione con enormi possibilità di sviluppare le necessità del progetto.

Lista Istruzioni (IL) - *Instruction List*

Questo modo di programmazione è praticamente il linguaggio macchina, ossia un linguaggio che usa direttamente le istruzioni del microprocessore. Tale sistema oltre che poco intuitivo e poco pratico, in quanto non ha alcuna rappresentazione grafica e richiede molto tempo al programmatore per la ricerca di errori nel programma o guasti all'impianto controllato. Alcuni PLC non permettono l'uso di questo sistema, mentre con altri è indispensabile per sfruttare appieno le potenzialità del PLC.

Testo Strutturato (ST) - *Structured Text*

Questo è un linguaggio di programmazione ad alto livello, come lo sono il Pascal, il Basic, il linguaggio C++, ecc. Talvolta è indispensabile per determinate applicazioni e/o reti di comunicazione.

4.3.2 Linguaggi di programmazione grafici

Tutt'altro mondo è quello dei linguaggi di programmazione grafici, che si presentano al programmatore come veri e propri schemi elettrici o schemi a blocchi.

Schema a contatti - LD - Ladder Diagram

Questo è il linguaggio di programmazione più usato, in quanto è analogo ad uno schema elettrico funzionale.

Ladder significa letteralmente "scala a pioli", dato che esteticamente lo schema ricorda appunto una scala; nel mondo anglosassone ogni ramo orizzontale viene chiamato *rung*, ossia piolo.

Nel paragrafo seguente verrà ampiamente approfondito.

Schema Blocchi di Funzione - FBD - Function Block Diagram

E' un linguaggio a "porte logiche" che permette di disegnare uno schema classico dell'elettronica digitale.

E' molto usato nei sistemi di controllo dei grossi impianti di processo (centrali termoelettriche, impianti chimici, ecc).

Schema Funzionale in Sequenza - SFC - Sequential Function Chart

E' un linguaggio sviluppato in Francia con il nome di "Linguaggio Grafcet". Rappresenta il funzionamento per passi di un processo automatico in modo del tutto simile ad un Flow-chart, ma dove ogni blocco rappresenta uno stato del processo di lavorazione della macchina.

4.3.3 Il linguaggio ladder e le sue applicazioni industriali

Una delle problematiche che si dovettero affrontare con la comparsa dei primi plc era quella di mascherare la complessità di programmazione dei microprocessori attraverso una interfaccia utente più intuitiva per gli operatori che utilizzavano questi sistemi ed abituati, fino ad allora, a lavorare con impianti elettrici dove la presenza dell'elettronica era estremamente ridotta. A tale proposito, sempre più prepotentemente si diffuse uno standard di linguaggio per questi dispositivi Plc denominato linguaggio Ladder, nato alla fine degli anni '60. L'obiettivo era quello di creare un linguaggio simbolico visuale molto simile a quelle che erano le convenzioni simboliche degli impianti elettrici. Queste simbologie sono state poi modificate nel corso del tempo per ovviare a problemi di interpretazione logica. Per fare un esempio, il simbolo della lampadina, che voleva rappresentare un'uscita fisica, è stato sostituito con un simbolo costituito da due semicerchi verticali. Questo nuovo simbolo ha però introdotto il concetto di uscita logica. In pratica quel particolare oggetto non è più legato ad una uscita reale ma ad una generica uscita logica, che potrà essere legata a sua volta ad ingressi logici per permettere collegamenti di tipo Feed-Back. Nello stesso modo anche il simbolo dell'interruttore

che stava a significare un ingresso fisico, è stato sostituito con un simbolo più generico, caratterizzato da due barre verticali. Tale simbolo non rappresenta più a questo punto un reale nodo di collegamento elettrico del Plc con il mondo esterno, ma un punto di ingresso da poter relazionare con qualsiasi altro punto del circuito. Il punto successivo è stato quello di aggiungere al linguaggio tutta quella serie di elementi che erano già presenti sotto forma di dispositivi elettromeccanici nel mondo reale. Sono stati così introdotti simboli che avevano le funzionalità di linee di ritardo, temporizzatori, contatori e blocchi funzionali sempre più complessi.

La potenza del sistema stava nel fatto che tutto quello che si stava creando non richiedeva reali modifiche al cablaggio del sistema: la funzionalità poteva essere modificata in brevi istanti solamente spostando un collegamento sullo schermo di un computer. Va da sé che questo ha riscosso, nel mondo dell'automazione, un grande successo.

Stabilito una volta sola il cablaggio con il mondo esterno, il moderno Plc così creato poteva cambiare la configurazione dei collegamenti di ingresso e uscita senza muovere un solo filo. Il linguaggio Ladder permette a chiunque di avvicinarsi al mondo dei Plc attraverso una metodica di programmazione che è molto più vicina alla logica naturale dell'uomo.

In commercio esistono diversi software che permettono la programmazione di plc utilizzando il linguaggio ladder. Molti degli impianti di produzione degli stabilimenti P&G sono controllati da prodotti della Rockwell Automation e per la programmazione delle due tipologie di plc presenti installati nel reparto Making, si ricorre ai software della suite RSLogix, nella fattispecie: RSLogix5 per la programmazione della famiglia PLC5 ed RSLogix5000 per i più nuovi ControlLogix.

Al di là delle differenze che esistono nella programmazione delle due tipologie di plc, i concetti della programmazione ladder, nella sostanza, restano immutati. A parte la definizione di istruzioni specifiche per il plc di riferimento e le differenti modalità di riferire le variabili e la memoria, il set di istruzioni base resta comunque lo stesso. Poiché una trattazione esaustiva della programmazione ladder (come anche una visione approfondita dei meccanismi di funzionamento dei plc) esula dagli obiettivi di questo studio, verrà proposta una panoramica degli elementi alla base della programmazione ladder, facendo riferimento alla struttura delle istruzioni del software RSLogix5000, lì dove si riterrà utile un approfondimento.

Il linguaggio Ladder è indiscutibilmente il linguaggio principe per la risoluzione delle problematiche relative all'automazione industriale. Una delle caratteristiche fondamentali di questo linguaggio è la sua veste esclusivamente grafica. Infatti il linguaggio Ladder, a differenza di altri linguaggi come il "C" oppure il Basic che richiedono la battitura di un file sorgente in formato testo, basa il colloquio con l'utente sul disegno di uno schema elettrico. Questo fa subito capire che il linguaggio Ladder ha come caratteristica saliente la semplicità. L'utente non deve in alcun modo preoccuparsi dell'architettura interna del controllore su cui sta lavorando, ma deve solamente pensare al suo progetto come ad uno schema elettrico. Tutta la logica di funzionamento di un particolare controllo viene descritta mediante l'utilizzo di primitive elementari come i contatti ed i relè, il software provvederà alla conversione dello schema elettrico in codice comprensibile dal controllore.

Nello standard Ladder due particolari elementi sono sempre presenti sul nostro foglio di lavoro: la barra di alimentazione positiva e la barra di alimentazione negativa.

Questi due oggetti sono presenti rispettivamente sulla sinistra (+) e sulla destra (-) del nostro progetto. Come se si stesse lavorando effettivamente con componenti elettromeccanici reali, queste due barre forniscono l'alimentazione per il circuito in questione.

In alternativa, per non dover collegare gli elementi sino alla barra di alimentazione negativa è possibile utilizzare il simbolo di Ground (Gnd) direttamente in uscita ad un particolare componente.

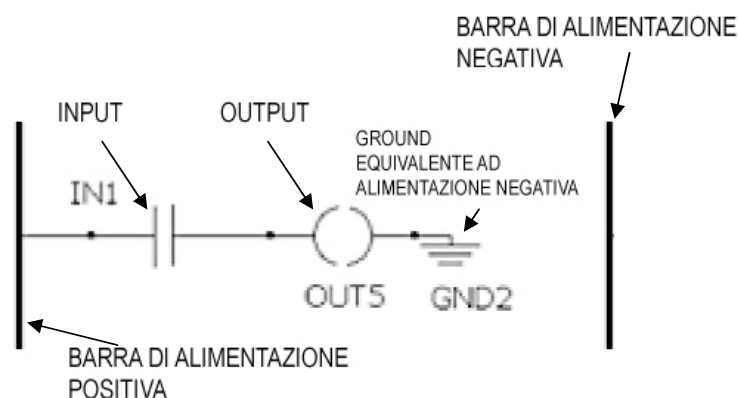


Figura 4-6 Gli elementi fondamentali del linguaggio Ladder

I due elementi sicuramente comuni a tutti gli ambienti di programmazione Ladder sono sicuramente i blocchi di ingresso (Input) ed i blocchi di uscita (Output). La notazione standard per questi due simboli può sembrare un po' strana (in particolare il blocco di ingresso ha lo stesso simbolo del condensatore degli schemi elettronici) ma è pur sempre uno standard riconosciuto a livello mondiale. I blocchi di Input e Output possono rappresentare un elemento logico (Variabile) per il passaggio di segnali all'interno della rete oppure un ingresso od uscita fisica sulla morsettiera del Plc. Infatti il software riconosce tutta una serie di identificatori (In1, In2, ... Out1, Out2 ecc) che, quando applicati ad un particolare blocco di Input/Output, permettono di pilotare una particolare risorsa Hardware del controllore.

Se per esempio si sistema sul foglio di lavoro un blocco di Input e lo si configura con identificatore In1, si dice al sistema che il segnale proveniente dal morsetto omonimo andrà a pilotare quel particolare interruttore. Nello stesso modo se sul foglio di lavoro si mette un blocco di Output e lo si configura in associazione al morsetto Out5 ogni segnale in ingresso al piedino di questo componente andrà fisicamente a pilotare il relè associato a quel particolare morsetto. In generale i blocchi di Input trasferiscono il segnale applicato sul piedino di sinistra verso il piedino di destra solamente quando il segnale associato è attivo. Per esempio, nello schema di Figura 4.7 il piedino sinistro del blocco di Output viene alimentato, attivandone la relativa uscita, quando il segnale I1, associato al blocco di Input, diventa attivo. Il trasferimento dei segnali da sinistra verso destra permette di realizzare gli stessi collegamenti tipici degli impianti elettrici. Se per esempio si

vuole attivare una particolare uscita solamente quando due segnali sono entrambi attivi si può effettuare lo stesso collegamento che si farebbe in un normale circuito elettrico, mettendo in serie i due interruttori.

Come negli impianti elettrici, anche nel linguaggio Ladder esiste il relè. Proprio come nei relè elettromeccanici è possibile utilizzare i contatti del relè stesso per attivare altre sezioni del circuito.

La caratteristica fondamentale di questi componenti è la completa libertà di associare per ogni bobina un numero indeterminato di contatti (No/Nc). L'associazione tra la bobina ed il contatto avviene semplicemente configurando entrambi gli oggetti con lo stesso Reference. Nel circuito sottostante viene mostrato un esempio di utilizzo dei relè.

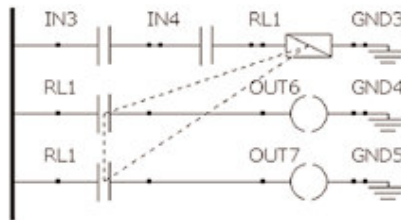


Figura 4-7

Nello schema, attivando contemporaneamente gli ingressi In3 e In4, viene eccitata la bobina del relè RL1 il quale provoca la chiusura dei contatti associati e conseguentemente l'accensione delle uscite Out6 e Out7.

Un altro elemento estremamente utile per la definizione del proprio programma, sono i temporizzatori. In generale, sono componenti che permettono di ritardare in uscita, o comunque di modificare, il segnale applicato in ingresso. Esistono molti tipi di temporizzatori il più elementare è denominato Delay. Questo componente ha essenzialmente due modalità di funzionamento chiamate Hold e Delay.

Nella modalità Delay il segnale applicato in ingresso viene ripresentato in uscita dopo che il tempo programmato è trascorso. Nella modalità Delay il componente attiva la sua uscita immediatamente dopo la comparsa di un segnale in ingresso e mantiene questo stato per tutta la durata del tempo programmato.

Per fare un esempio pratico, utilizzando la modalità Delay di questo componente è possibile realizzare con tre soli blocchi la funzionalità di Luce Scale, ovvero quel semplice meccanismo, normalmente realizzato con componenti elettromeccanici, che permette di tenere accese le luci delle scale per un certo numero di secondi dopo la pressione di un pulsante. Riferendosi allo schema, il pulsante di accensione collegato a In9 avvia la temporizzazione del blocco DL1 il quale attiva la propria uscita, e quindi anche il blocco Out3, per un tempo programmato. Se per esempio si desidera tenere accesa la luce per 30 secondi il componente Delay deve essere configurato come in figura.

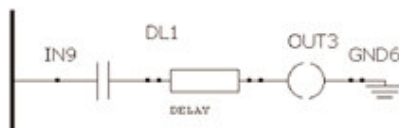


Figura 4-8

Esistono molte tipologie di timer. La tabella 4.2 riporta i tre tipi di timer più diffusi e la loro rappresentazione grafica ed una descrizione del funzionamento e degli attributi dell'oggetto.

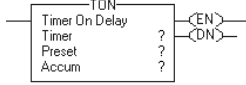
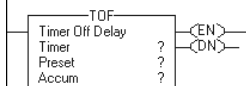
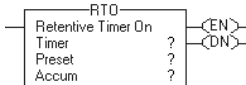
Nome	Rappresentazione grafica	Descrizione
<p>Timer ritardato all'eccitazione</p> <p>- TON -</p>		<p>L'istruzione TON è un timer non ritentivo che calcola il tempo quando l'istruzione è abilitata (condizione del ramo di entrata è vera). La base tempo è sempre 1 msec.</p> <p>.EN (BOOL) Il bit di abilitazione indica che l'istruzione TON è abilitata.</p> <p>.TT (BOOL) Il bit di temporizzazione indica che è in corso un'operazione di temporizzazione</p> <p>.DN (BOOL) Il bit di fine viene impostato quando $.ACC \geq .PRE$.</p> <p>.PRE (DINT) Il valore preimpostato specifica il valore (unità di 1 msec.) che ACC deve raggiungere prima che l'istruzione imposti il bit .DN.</p> <p>.ACC (DINT) Il valore accumulato specifica il numero di msec trascorsi dal momento dell'abilitazione dell'istruzione TON.</p>
<p>Timer ritardato alla diseccitazione</p> <p>- TOF -</p>		<p>L'istruzione TOF è un timer non ritentivo che misura il tempo quando l'istruzione è abilitata (la condizione del ramo di ingresso è falsa). La base tempo è sempre 1 msec.</p> <p>.EN (BOOL) Il bit di abilitazione indica che l'istruzione TOF è abilitata.</p> <p>.TT (BOOL) Il bit di temporizzazione indica che è in corso un'operazione di temporizzazione</p> <p>.DN (BOOL) Il bit di fine viene azzerato quando $.ACC \geq .PRE$.</p> <p>.PRE (DINT) Il valore preimpostato specifica il valore (unità di 1 msec.) che il valore accumulato deve raggiungere prima che l'istruzione azzeri il bit .DN.</p> <p>.ACC (DINT) Il valore accumulato specifica il numero di msec trascorsi dal momento dell'abilitazione dell'istruzione TOF.</p>
<p>Timer ritardato dall'eccitazione ritentivo</p> <p>- RTO -</p>		<p>L'istruzione RTO è un timer ritentivo che misura il tempo durante il quale l'istruzione è abilitata. La base tempo è sempre 1 msec. Se è abilitata, l'istruzione RTO accumula il tempo fino a quando non viene disabilitata. Se l'istruzione RTO viene disabilitata, essa conserva il suo valore .ACC. È necessario azzerare il valore .ACC, in genere mediante un'istruzione RES che faccia riferimento alla stessa struttura TIMER.</p> <p>.EN (BOOL) Il bit di abilitazione indica che l'istruzione RTO è abilitata.</p> <p>.TT (BOOL) Il bit di temporizzazione indica che è in corso un'operazione di temporizzazione</p> <p>.DN (BOOL) Il bit di fine indica che $.ACC \geq .PRE$.</p> <p>.PRE (DINT) Il valore preimpostato specifica il valore (unità di 1 msec.) che l'accumulato deve raggiungere prima che l'istruzione imposti il bit .DN.</p> <p>.ACC (DINT) Il valore accumulato specifica il numero di msec trascorsi dal momento dell'abilitazione dell'istruzione RTO.</p>

Tabella 4-2

In figura 4.10 è riportato lo schema ladder di un programma che utilizzando l'istruzione RTO permette l'accensione in successione di due lampadine,

rappresentate dalle variabili light_1 e light_2, quando si attiva l'interruttore limit_switch_1, facendo partire il timer RTO Timer_3. Il secondo ramo della "scala" si attiva appena il timer inizia a contare (l'attributo Timer_3.TT vale 1), la variabile light_1 assume il valore 1, facendo accendere la prima lampadina. Trascorsi 180 msec il timer si ferma, l'attributo .TT va a 0, disattivando il secondo ramo, mentre .DN va ad 1, attivando così il terzo ed accendendo la seconda lampadina collegata alla variabile light_2. Infine attivando l'ingresso limit_switch_2 il timer_3 viene resettato per mezzo dell'istruzione RES, gli attributi .ACC e .DN si azzerano e conseguentemente la lampadina riferita dalla variabile light_2 si spegne.

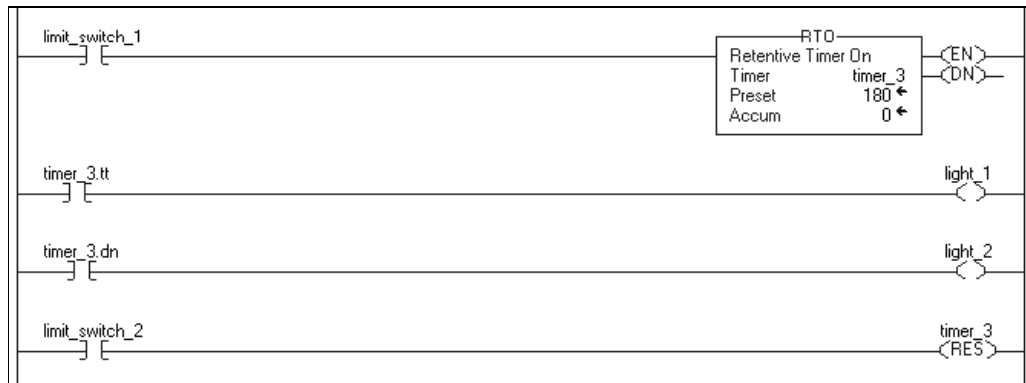


Figura 4-9 Esempio di RTO

Un altro componente molto utilizzato è il contatore. Questi componenti permettono di contare gli impulsi che vengono applicati al proprio ingresso. Ne esistono che contano in modo crescente (CTU) che decrescente (CTD). I contatori vengono utilizzati normalmente per produrre determinati effetti al raggiungimento di un particolare valore di conteggio. Per fare un piccolo esempio possiamo immaginare di realizzare un semplice circuito che accende una lampadina dopo aver premuto per 10 volte un interruttore.

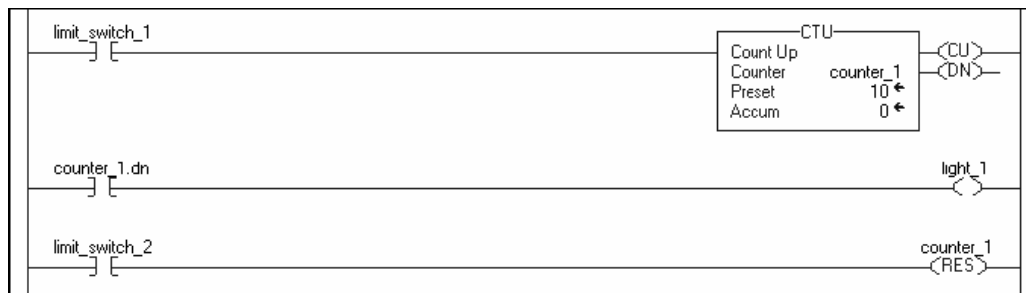


Figura 4-10

Esistono molte altre istruzioni più o meno complesse, per la scrittura dei propri programmi: istruzioni matematiche avanzate, per generare impulsi, ecc.

L'istruzione PID merita una discussione approfondita. Essa realizza un controllore retroazionato in anello chiuso per la regolazione di una qualunque grandezza fisica,

associata ad una variabile di processo (PV – present value), come ad esempio flussi, pressioni, temperature o livelli. In genere, l'istruzione PID riceve la variabile di processo (PV) da un modulo di ingresso analogico e modula un'uscita di variabile di controllo (CV – control value) su un modulo di uscita analogico al fine di mantenere la variabile di processo sul valore di riferimento desiderato (SP- set point).

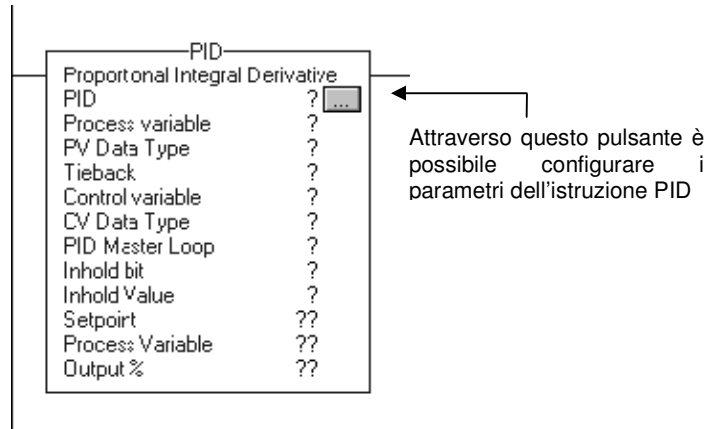


Figura 4-11

Il bit .EN indica lo stato dell'esecuzione. Il bit .EN viene impostato quando la condizione del ramo di ingresso passa da falsa a vera. Quando la condizione del ramo di ingresso diventa falsa, il bit .EN viene azzerato.

L'istruzione PID non utilizza un bit .DN e viene eseguita ogni scansione fino a quando la condizione del ramo di ingresso rimane vera.

L'equazione PID utilizzata nell'istruzione PID è un'equazione posizionale con la possibilità di utilizzo di guadagni indipendenti o dipendenti. Quando si utilizzano i guadagni indipendenti, i guadagni proporzionali, integrali e derivativi influenzano solo i relativi termini specifici proporzionale, integrale o derivativo. Quando si utilizzano i guadagni dipendenti, il guadagno proporzionale è sostituito da un guadagno del controllore che influenza tutti e tre i termini. Per eseguire lo stesso tipo di controllo è possibile utilizzare indifferentemente una delle due forme di equazione.

L'utente può scegliere l'equazione che preferisce come indicato nella tabella 4.3.

Opzioni di guadagno:	Derivata di:	Equazione:
Guadagni dipendenti (standard ISA)	errore (E)	$CV = K_C \left[E + \frac{1}{T_i} \int_0^t E dt + T_d \frac{dE}{dt} \right] + BIAS$
	variabile di processo (PV)	$E = SP - PV$ $CV = K_C \left[E + \frac{1}{T_i} \int_0^t E dt - T_d \frac{dPV}{dt} \right] + BIAS$
		$E = PV - SP$ $CV = K_C \left[E + \frac{1}{T_i} \int_0^t E dt + T_d \frac{dPV}{dt} \right] + BIAS$
Guadagni indipendenti	errore (E)	$CV = K_P E + K_i \int_0^t E dt + K_d \frac{dE}{dt} + BIAS$
	variabile di processo (PV)	$E = SP - PV$ $CV = K_P E + K_i \int_0^t E dt - K_d \frac{dPV}{dt} + BIAS$
		$E = PV - SP$ $CV = K_P E + K_i \int_0^t E dt + K_d \frac{dPV}{dt} + BIAS$

Variabile:	Descrizione:
K_P	guadagno proporzionale (adimensionale) $K_P = K_C$ adimensionale
K_i	guadagno integrale (secondi ⁻¹) La relazione tra K_i (guadagno integrale) e T_i (tempo integrale), è: $K_i = \frac{K_C}{60 T_i}$
K_d	guadagno derivativo (secondi) La relazione tra K_d (guadagno derivativo) e T_d (tempo derivativo), è: $K_d = K_C (T_d) 60$
K_C	guadagno del controllore (adimensionale)
T_i	tempo integrale (minuti/ripetizione)
T_d	tempo derivativo (minuti)
SP	setpoint
PV	variabile di processo
E	errore [(SP-PV) o (PV-SP)]
BIAS	compensazione anticipata o bias
CV	variabile di controllo
dt	tempo di aggiornamento anello

Tabella 4-3

Poiché l'istruzione PID utilizza una base tempo per i suoi calcoli, è necessario sincronizzare l'esecuzione di questa istruzione con il campionamento della variabile di processo (PV).

Il modo più semplice per eseguire l'istruzione PID è quello di inserire l'istruzione PID in un task periodico. In questo caso è necessario configurare il tempo di aggiornamento dell'anello (.UPD) uguale alla frequenza del task periodico ed accertarsi che l'istruzione PID venga eseguita ad ogni scansione del task periodico. Ad esempio, utilizzando un ramo ladder incondizionato. Quando si utilizza un task periodico, è necessario accertarsi che l'ingresso analogico utilizzato per la variabile di processo venga aggiornato nel processore con

una frequenza significativamente più veloce di quella del task periodico. Idealmente, la variabile di processo dovrebbe essere inviata al processore con una velocità almeno 5 – 10 volte superiore a quella del task periodico.

Ciò consente di ridurre la differenza di tempo tra i campioni effettivi della variabile di processo e l'esecuzione dell'anello PID. Per esempio, se l'anello PID si trova in un task periodico di 250 millisecondi, utilizzare un tempo di aggiornamento dell'anello di 250 millisecondi (.UPD = .25) e configurare il modulo di ingresso analogico in modo che produca dati almeno ogni 25 – 50 msec circa.

Infine, indispensabili sono le istruzioni per il controllo del flusso del programma: salti (JMP) e salti alle subroutine (JSR e RET). Normalmente, infatti, il programma di un plc è costituito da una routine *main*, che viene eseguita all'avvio del plc e che al verificarsi di particolari eventi o su base periodica lancia, a sua volta, le altre subroutine. In genere, ad ogni blocco fisico dell'impianto corrisponde una funzione che lo sovrintende.

Strutturare il layout di un programma in subroutine è fondamentale per la una corretta programmazione, per garantire una perfetta comprensione in fase di revisione o modifica e per effettuare correttamente eventuali debug.

4.4 Tipologie di rete

Esistono diverse modalità per connettere fra loro controllori (anche appartenenti a famiglie diverse), pc e dispositivi di I/O.

Nella tabella 4.4 è riportata una schematizzazione delle diverse tipologie di rete supportate da un controllore ControlLogix.

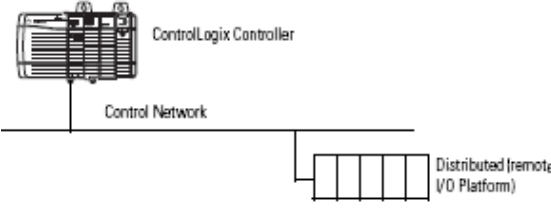
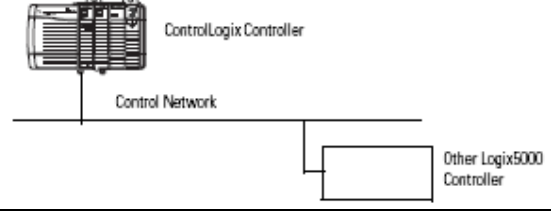
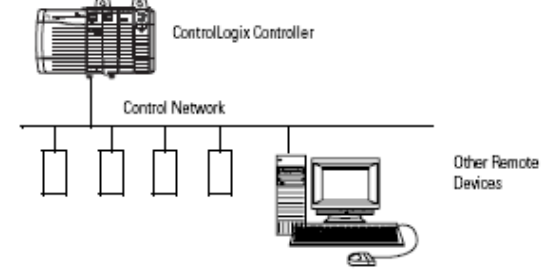
Tipologie di rete	Esempio
Control distribuito del (remote) I/O EtherNet/IP network ControlNet network DeviceNet network Universal remote I/O network Foundation Fieldbus network HART network	
Dati scambiati fra controllori (protocollo Producer/consumer) EtherNet/IP network ControlNet network	
Invio e ricezione dei messaggi da/per altri dispositivi. Questo include anche l'accesso al controller del software di programmazione RSLogix5000. EtherNet/IP network ControlNet network DeviceNet (solo per i dispositivi) network serial network DH+ network DH-485 network	

Tabella 4-4

Le reti Ethernet/IP, ControlNet e DeviceNet rappresentano le più recenti tecnologie per reti industriali, basate sull'architettura NetLinx. La NetLinx Open Network Architecture abbina servizi di rete al protocollo CIP (Control and Information Protocol) e a interfacce software aperte, per garantire un flusso efficiente di informazioni e dati di controllo attraverso l'intera azienda. È progettata per integrare reti di dispositivi, reti di controllo e reti informative in modo più efficiente senza sacrificarne le prestazioni. È possibile abbinare una, due o tutte e tre le tipologie di reti, a seconda della specifica applicazione. È possibile trasmettere dati sulle reti, senza soluzione di continuità, senza necessità di programmazioni e configurazioni supplementari e senza la creazione di tabelle di instradamento.

Le tecnologie di rete NetLinx sono aperte ciò significa che le specifiche e la tecnologia non sono solamente nelle mani di Rockwell Automation. La Open DeviceNet Vendors Association™ (ODVA) e ControlNet International™ sono depositari delle specifiche e della tecnologia e offrono servizi di marketing, sviluppo continuo e amministrazione. Nell'ambito di ciascuna organizzazione, gruppi con interessi specifici determinano la direzione della tecnologia per ciascuna rete. Il risultato è la disponibilità di numerosi dispositivi da parte di una molteplicità di produttori e tutti vantano una perfetta interoperabilità reciproca.

Aperto significa anche accettazione internazionale. La tecnologia e le specifiche di ciascuna rete sono diventate degli standard internazionali.

L'architettura NetLinx comprende tutti i componenti necessari al collegamento degli impianti produttivi alla gestione aziendale. Un protocollo di comunicazione comune e interfacce software/hardware aperte fanno sì che i dispositivi degli impianti produttivi arrivino fino a Internet.

Il protocollo di comunicazione prescelto da Rockwell Automation è il Control and Information Protocol (CIP). Tutte e tre le reti nell'ambito dell'architettura NetLinx utilizzano questo protocollo per comunicare. La parte del CIP dedicata al controllo viene utilizzata per la messaggistica I/O in tempo reale, o messaggistica implicita. La parte informativa del CIP, detta anche messaggistica esplicita, viene utilizzata per lo scambio di messaggi. I due tipi di messaggi offrono benefici ottimali per le necessità di controllo industriale. Il protocollo CIP è un componente importante dell'architettura di rete aperta NetLinx Open ed è

caratterizzato da quattro caratteristiche di importanza cruciale:

- Servizi di controllo comuni. Un set di servizi standard basati sul modello produttore/consumatore per movimentare dati di controllo in tempo reale su tutte e tre le reti dell'architettura NetLinx
- Servizi di comunicazione comuni che consentono l'interfacciamento, la configurazione e la raccolta di dati da qualsiasi rete. Tutti i servizi supportano configurazioni peer-to-peer e multimaster.
- Capacità di routing comuni. Ciò consente un risparmio di tempo e fatica durante la configurazione del sistema e fornisce monitoraggio e localizzazione dei guasti in modalità remota. Per spostare dati da una rete all'altra non sono più necessarie tabelle di instradamento, logiche o controllori aggiuntivi.
- Conoscenze di base condivise. L'utilizzo di caratteristiche e strumenti di configurazione simili si traduce in una riduzione delle necessità di addestramento per passare da una rete all'altra.

L'architettura di rete aperta NetLinx permette:

- **Controllo:** consente lo scambio di dati in tempo reale mediante una molteplicità di metodi, per esempio frequenze di refresh I/O selezionabili, compresi cambi di stato, aggiornamenti pianificati e ciclici, sistemi mono o multiproduttore, input condivisi, messaggistica peer-to-peer e interblocchi tra controllori diversi.
- **Configurazione:** è possibile configurare tutti i dispositivi di rete da un'unica postazione. È possibile configurare i dispositivi all'avvio, modificarne i parametri con un clic del mouse o attraverso la logica del controllore, senza che tutto questo abbia il benché minimo impatto sulle prestazioni del controllo. Non è più necessario spostarsi da una rete all'altra per effettuare delle configurazioni. Ora è possibile impostare l'intero sistema da una singola postazione, con una sola connessione.

- **Raccolta dei dati:** viene fornita una soluzione perfetta per la visualizzazione dell'interfaccia uomo/macchina, la visualizzazione di andamenti e analisi e per la manutenzione e la ricerca guasti. Ciò può essere fatto ad intervalli regolari o su richiesta senza che i controllori debbano regolare il traffico di rete con una programmazione aggiuntiva.

L'architettura di rete aperta NetLinx è efficiente perché si basa sul modello di rete produttore/consumatore e su interfacce software e hardware standard. Il modello Producer/Consumer è il nuovo riferimento per lo sviluppo dei protocolli di rete e si oppone al modello Source/Destination di vecchia concezione. Il primo, a differenza del secondo, si svincola dal concetto Master/Slave, secondo cui ogni messaggio deve avere un mittente ed un destinatario ben precisi, sviluppando, al contrario, capacità di trasmissione multicast. Eliminando il collo di bottiglia rappresentato dalla stazione Master, si ha un incremento di efficienza, il throughput della rete non è più correlato alla velocità con cui il Master può aggiornare i suoi I/O. Su reti produttore/consumatore, se un nodo ha bisogno di un pacchetto, consumerà il pacchetto. La sorgente invia il pacchetto una volta sola e tutti i nodi lo consumano se ciò risponde alle loro necessità.

Questa innovativa soluzione comporta grandi vantaggi:

- accresciuta efficienza in quanto i dati vengono prodotti una volta sola, indipendentemente dal numero di consumatori
- sincronizzazione, poiché i dati arrivano contemporaneamente a ciascun nodo.

Il modello produttore/consumatore è vincente anche perché:

- i nodi possono essere agevolmente sincronizzati per ottenere prestazioni di sistema più accurate
- i dispositivi possono comunicare in modo autonomo, peer-to-peer senza bisogno di un master di sistema, di un controllore o di memoria aggiuntiva per il controllore per la gestione della rete.

La figura 4.12 mostra la struttura di riferimento per una rete basata sull'architettura NetLinx.

Essa è costituita da 3 distinti livelli:

1. **Livello gestionale:** Implementato utilizzando la rete Ethernet/IP, permette la comunicazione fra i plc ed i pc, siano essi di produzione, per le funzioni di gestione dell'impianto, visualizzazione degli stati e gestione ricette, o per l'archiviazione dei dati (ad esempio un server InSQL) per scopi amministrativi/finanziari, relativi al sistema qualità, produttivi o di sviluppo.
2. **Livello di controllo:** è il livello della rete ControlNet per connettere tra loro i plc e con i FlexIO, accentratori che permettono di connettere al plc anche i dispositivi più lontani utilizzando un solo link fisico.
3. **Livello Dispositivi:** per mezzo della rete DeviceNet, permette all'utente di ridurre i cablaggi, di risparmiare sui tempi e sui costi di installazione e, nel contempo, di ottenere valide informazioni diagnostiche dai vari sensori, attuatori e da tutti gli altri dispositivi connessi al sistema di controllo.

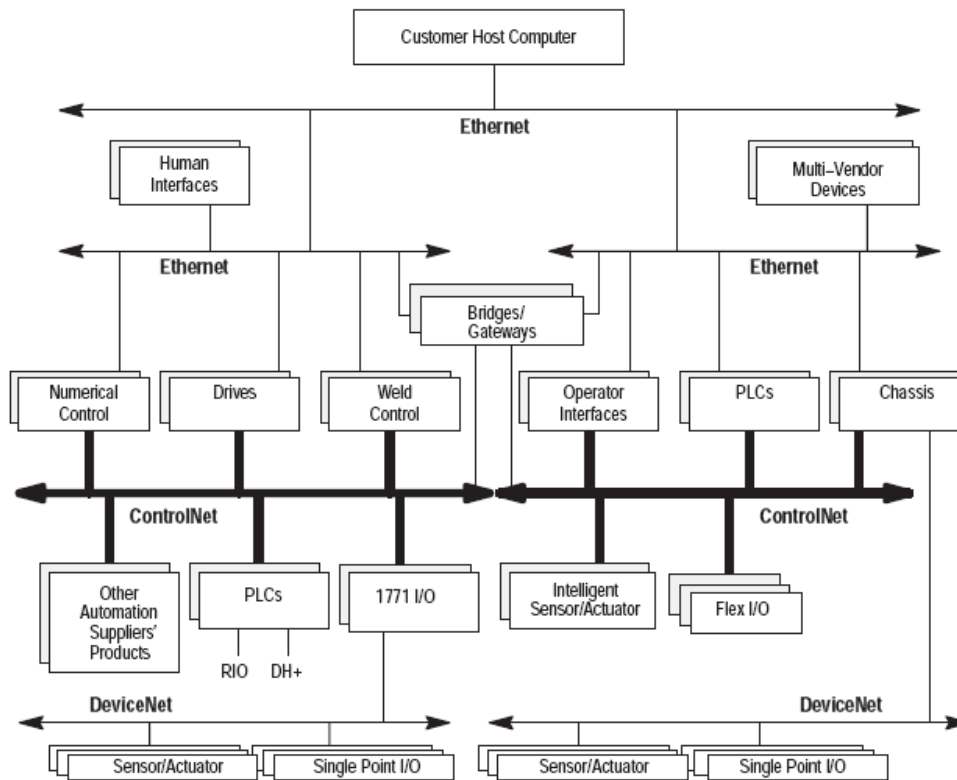


Figura 4-12

4.5 La rete Ethernet/IP

Ethernet Industrial Protocol (EtherNet/IP) è uno standard industriale aperto di connettività in rete che supporta messaggistica sia implicita sia esplicita e utilizza supporti fisici e chip di comunicazione Ethernet commerciali standard.

EtherNet/IP è una rete aperta che utilizza:

- Standard IEEE 802.3 per i supporti fisici e la trasmissione dei dati
- Suite di protocolli Ethernet TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)
- Control and Information Protocol (CIP) TCP/IP è il protocollo a livello di rete e trasporto di Internet ed è comunemente associato a installazioni Ethernet e al mondo aziendale. TCP/IP fornisce una serie di servizi che due determinati dispositivi possono utilizzare per condividere dati. La pubblicazione per uso pubblico della tecnologia Ethernet e di suite di protocolli standard, come TCP/IP, ha dato impulso alla massiccia produzione di strumenti software e supporti fisici standardizzati, di pronta disponibilità, che offrono i benefici di una tecnologia ben nota e di una grande accessibilità. Anche il protocollo UDP/IP (User Datagram Protocol) è utilizzato in abbinamento alla rete Ethernet. UDP/IP fornisce il trasporto dei dati veloce ed efficiente indispensabile per lo scambio di dati in tempo reale.

Per contribuire al successo di EtherNet/IP, oltre ai protocolli TCP/UDP/IP, è stato adottato il protocollo CIP, per fornire un livello comune per le applicazioni. Ne consegue che la scelta di un prodotto EtherNet/IP significa scegliere un prodotto con capacità TCP/IP e CIP. EtherNet/IP adotta il modello di rete produttore/consumatore, e lo stesso vale per le reti DeviceNet e ControlNet che utilizzano anch'esse il protocollo CIP.

Con l'avvento della tecnologia degli switch Ethernet e della trasmissione dati in full duplex, è stata di fatto eliminata la possibilità di collisioni di dati e le prestazioni sulla rete EtherNet/IP sono migliorate in modo assai marcato.

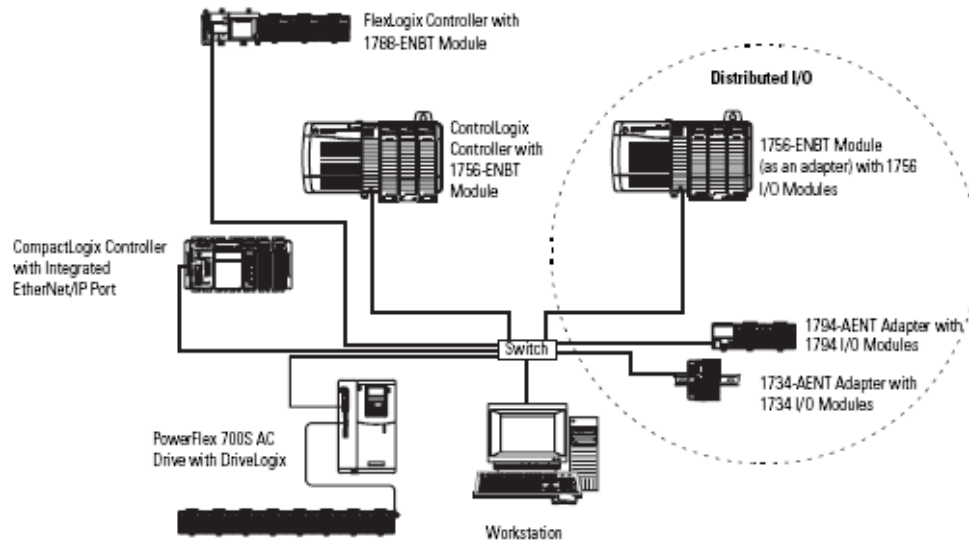


Figura 4-13

Una rete EtherNet/IP utilizza tipicamente una topologia a stella nella quale gruppi di dispositivi sono collegati “punto a punto” a uno switch. I benefici della topologia a stella risiedono nella sua capacità di supportare indifferentemente prodotti a 10 e a 100 Mbps. Dispositivi a 10 e 100 Mbps possono convivere: sarà lo switch Ethernet a concordare la velocità. Inoltre, la configurazione di rete a stella offre connessioni nelle quali cablaggio, debugging e individuazione dei guasti sono di estrema facilità, così come la manutenzione. EtherNet/IP è stata concepita per sostenere grandi volumi di dati di messaggistica, fino a 1500 bytes per pacchetto. È in grado di gestire grandi quantità di dati in modo prevedibile.

Oltre all'ottima gestione dei dati, la velocità con la quale EtherNet/IP li trasmette, 10/100 Mbps, rende ancora più attraenti le qualità del protocollo. Grazie all'ampia diffusione che la tecnologia Ethernet si è guadagnata negli anni, il costo per nodo dei dispositivi Ethernet è in rapida diminuzione. Con queste caratteristiche, EtherNet/IP sta diventando una scelta percorribile per molte applicazioni di controllo.

EtherNet/IP consente di contenere i costi, consentendo un'ampia scelta di fornitori, prodotti e personale di addestramento. La tecnologia Ethernet è ben nota e per molte applicazioni il personale non richiede un addestramento supplementare.

ODVA e ControlNet International hanno presentato EtherNet/IP al mercato e centinaia sono state le società che hanno abbracciato questa tecnologia. Strumenti di sviluppo sono disponibili gratuitamente sul Web e gli sviluppatori annunciano già nuovi prodotti. I controllori Ethernet di Allen-Bradley, PLC-5™, SLC™ e ControlLogix, sono dotati di protocollo EtherNet/IP già dal 1998 e possono già dialogare con i servizi informativi.

4.6 La rete ControlNet

La rete ControlNet è stata progettata per fornire affidabilità, trasporto ad alta velocità per le due tipologie di informazioni:

- Controllo e dati I/O
- Messaggi di dati “non-time critical”

Ovviamente i dati di controllo e di I/O hanno la priorità più alta. Le altre informazioni, come messaggi per la programmazione dei plc e dei dispositivi, per upload ed il download dei programmi, non devono interferire con i dati di controllo e di I/O.

4.6.1 Il modello ad oggetti

La rete ControlNet è progettata sulla base del modello ad oggetti.

Un oggetto è una collezione di *servizi (metodi)* ed *attributi*. I servizi sono le procedure che un oggetto può eseguire. Gli attributi sono caratteristiche di un oggetto rappresentati da valori che possono cambiare. Tipicamente, gli attributi forniscono informazioni sullo stato di un oggetto.

Un oggetto rappresenta un'istanza di una *classe*. Una classe definisce un particolare tipo di oggetto e le caratteristiche condivise da tutti gli oggetti che vi appartengono. Tutti gli oggetti di una stessa classe sono caratterizzati dallo stesso tipo di attributi, benché possano assumere valori diversi.

Un nodo di una rete ControlNet può essere costituito da uno o più oggetti.

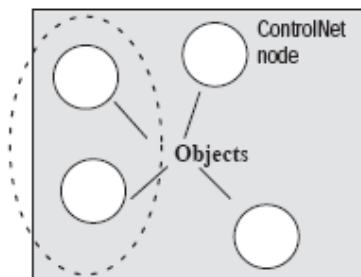


Figura 4-14

Gli oggetti possono comunicare fra loro per mezzo di messaggi.

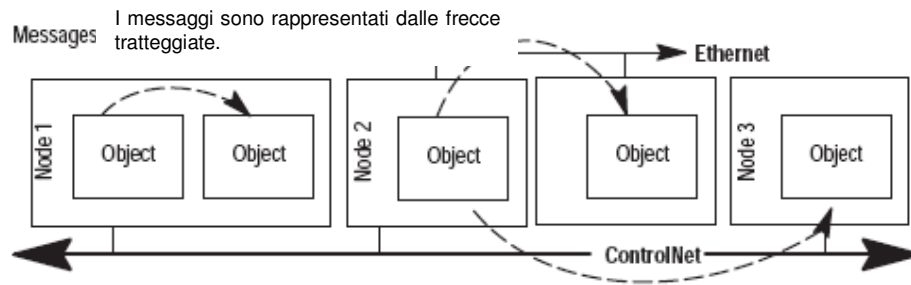


Figura 4-15

4.6.2 Il modello di comunicazione della rete ControlNet

La figura 4.16 mostra il modello di comunicazione della rete ControlNet: i vari strati della pila protocollare e le varie funzionalità dello strato di trasporto.

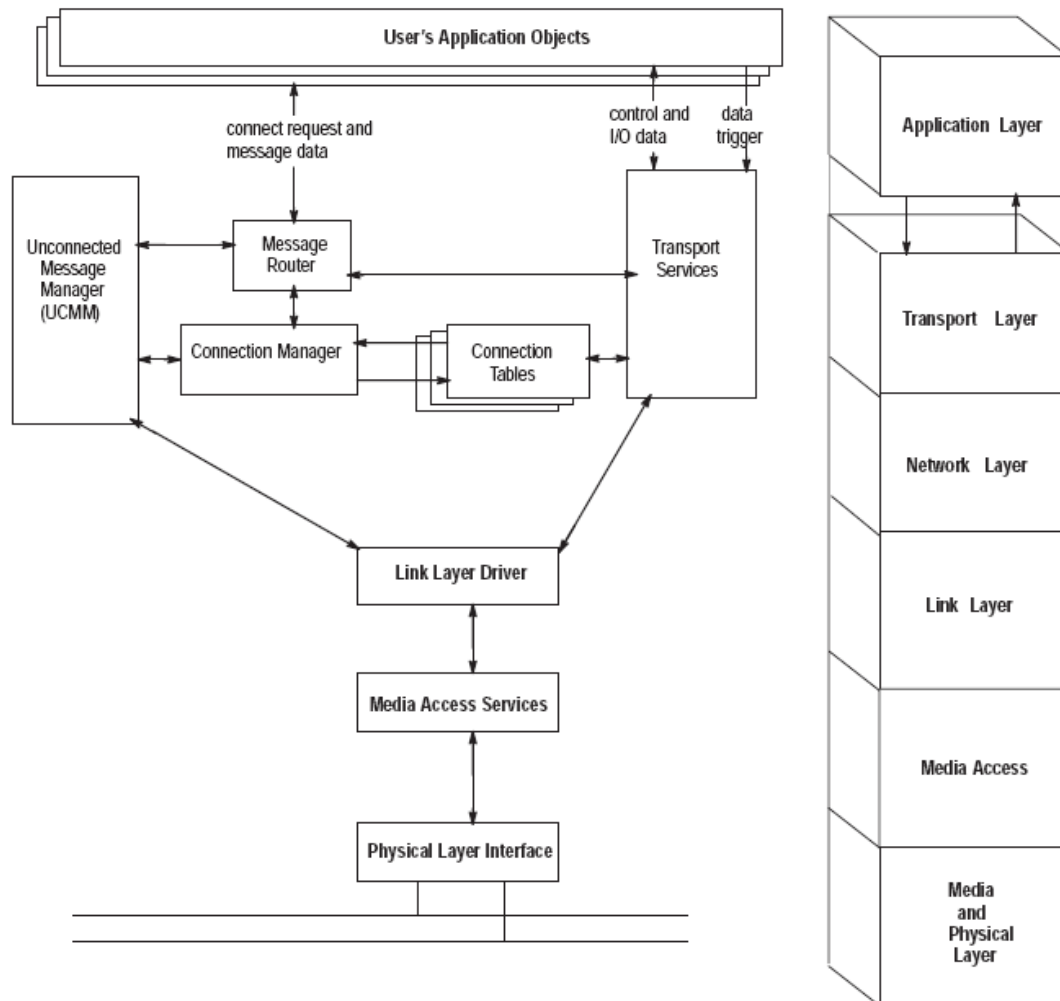


Figura 4-16

Physical Layer Interface consiste nei componenti hardware che sono necessari per accedere al mezzo fisico. E' responsabile per:

- fornire i componenti di trasmissione/ricezione per cavo coassiale ridondante
- fornire i componenti di trasmissione/ricezione per l'accesso alla rete, Network Access Port (NAP)

Media Access Service, permette ad un'applicazione di trasmettere sul mezzo fisico. Questo servizio è contenuto nel ControlNet ASIC (Application Specific Integrated Circuit).

I suoi compiti sono:

- fornire il controllo di flusso sulla trasmissione e ricezione dei dati
- controllo d'errore sui dati ricevuti
- aggiungere i corretti header and trailer per la trasmissione del frame sul mezzo fisico
- eliminare header e trailer dai frame ricevuti
- gestire l'algoritmo per la gestione della connessione di backup e lo switch-over

Link Layer Driver, assembla i dati in frame ControlNet correttamente formattati. E' responsabile del corretto setup dello strato Media Access Service. E' dotato di un buffer dove conservare i frame che riceve dallo strato sottostante finché non è concluso il controllo d'errore.

Unconnected Message Manager (UCMM) offre gli strumenti per inviare un messaggio *senza* stabilire una connessione. Permette di inviare e ricevere messaggi senza connessione:

- da e per oggetti UCMM di altri nodi
- da e per il suo Message router locale

Il **Message Router** permette ad un'applicazione di aprire connessioni verso oggetti dello stesso nodo ed è responsabile per:

- interpretare la parte del messaggio che indica l'oggetto di destinazione locale
- il routing del messaggio all'opportuno oggetto che lo eseguirà

Il **Connection Manager (CM)** apre e chiude le connessioni e aggiorna la tabella delle connessioni di rete. E' responsabile per:

- setup delle connessioni interne al nodo
- elaborare tutte le richieste di connessioni inviate al servizio locale
- stabilire una connessione con un nodo target

Le **Connection Tables** mantengono le informazioni sulle connessioni nelle quali il nodo è coinvolto

Il **Transport Services** notifica all'applicazione trasmittente la ricezione del dato e rileva e gestisce i dati duplicati consegnati

Una volta instaurata una connessione, oggetti come MR, UCMM e CM non sono più richiesti e i dati possono essere direttamente inviati a destinazione.

User's Application Objects: sono le funzioni per cui i dati sono trasmessi o ricevuti. Sono responsabili per:

- richiedere connessioni per stabilire un percorso sul quale scambiare informazioni tra oggetti applicazioni

- selezionano il tipo di connessione adatto al numero di oggetti applicazioni che possono usare i dati
- decidono la priorità della connessione che definisce la natura *time-critical* dei dati che devono essere inviati
- definisce il tipo di servizio di trasporto adatto alla natura della consegna richiesta
- generare i dati richiesti da altre applicazioni.

4.6.3 ControlNet Media

Una rete ControlNet è costituita da diversi **link** connessi attraverso bridge. Un link consiste in una collezione di nodi identificati da un indirizzo univoco (nel range fra 1-99). A sua volta un link è costituito da **segmenti** connessi attraverso repeater. Un segmento è costituito da trunk-cable, connettori e tap, come indicato in figura 4.17. E' possibile connettere segmenti utilizzando repeater in configurazioni serie/parallelo, purché fra due nodi ci sia un solo percorso. La rete ControlNet non è in grado di gestire degli anelli.

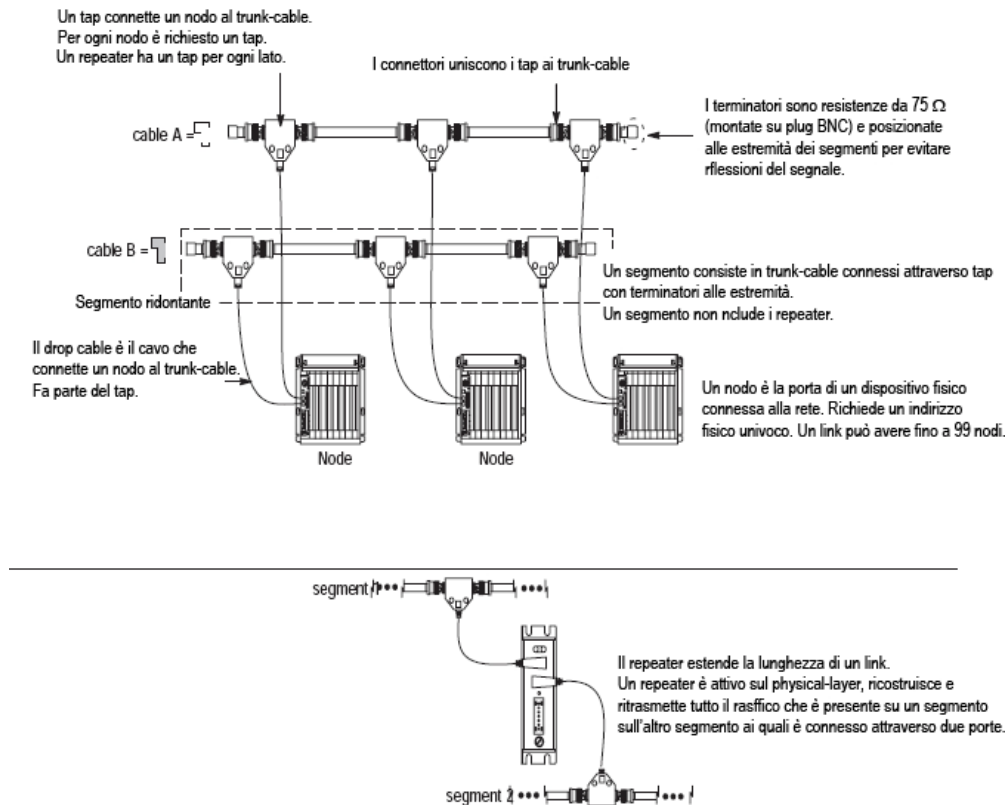


Figura 4-17

4.6.4 Il metodo di accesso al mezzo

Accesso alla rete è determinato dal tempo. Ogni nodo può trasmettere solo durante il turno assegnatogli, secondo l'algoritmo **Concurrent Time Domain Multiple Access (CTDMA)**. Il diritto a trasmettere si ripete ad intervalli precisi e fissi, noti come **Network Update Time (NUT)**. La figura 4.18 illustra la ripetizione del NUI, Network Update Interval, nel quale il nodo può trasmettere i suoi messaggi schedulati e non schedulati. Come mostrato, un NUI è composto da tre intervalli di tempo:

- Scheduled
- Unscheduled
- Guardband (per la manutenzione della rete)

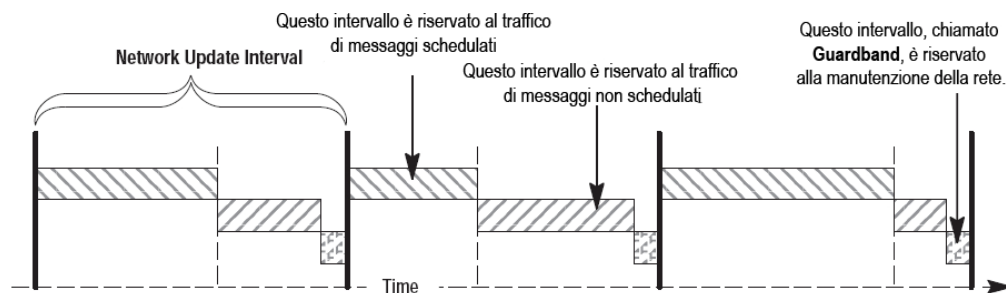


Figura 4-18

4.6.4.1 Traffico schedulato

La prima porzione del NUI è riservata per il messaggi relativi al traffico schedulato, per applicazioni real-time. La trasmissione dei messaggi in questa porzione del NUI è deterministica e ripetibile. Ad ogni nodo con indirizzo di rete compreso fra 1 ed **SMAX** è garantita una opportunità di trasmettere per NUT. Ogni nodo può trasmettere fino a 510 byte durante il suo turno. La banda in questa porzione è riservata in anticipo per permettere trasferimento di dati in real-time. Tipici messaggi schedulati includono:

- Dati digitali
- Dati analogici
- Dati per connessioni peer-to-peer

Nessun token è trasmesso per segnalare ad un nodo la facoltà di trasmettere. Ogni nodo resta in ascolto, aspettando che il nodo con l'indirizzo precedente al suo abbia trasmesso il suo messaggio. Ogni nodo attende comunque il suo turno per trasmettere, anche se qualche nodo precedente non abbia messaggi da trasmettere. Per mezzo di un timer, calcola uno slot time per ogni nodo mancante. Ogni nodo resta in silenzio finché non avrà l'opportunità di trasmettere (vedi figura 4.19).

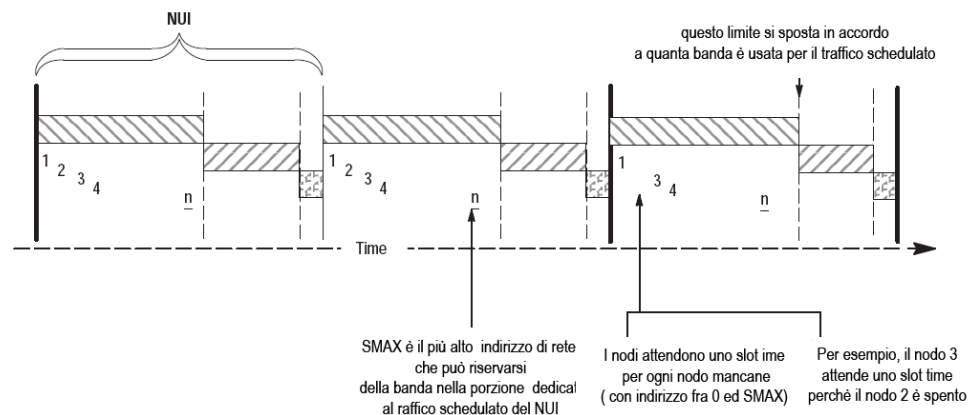


Figura 4-19

4.6.4.2 Traffico non schedulato

La porzione di traffico non schedulato del NUI, riservata per la trasmissione di messaggi che non hanno vincoli temporali stringenti, inizia dopo quella relativa al traffico schedulato. Il tempo rimanente, prima che inizi la **guardband** è disponibile per tutti i nodi con indirizzo di rete compreso fra 0 e **UMAX**¹⁰. In particolare, il diritto di accesso al mezzo viene concesso a rotazione. Uno dopo l'altro, secondo il loro indirizzo di rete, ogni nodo può trasmettere una sola volta per NUI. Ogni nodo può trasmettere anche più di una volta durante la porzione non schedulata del NUI, tuttavia non c'è alcuna garanzia che possa trasmettere ad ogni NUI.

Il diritto a trasmettere per primo durante questo intervallo è concesso a rotazione, indipendentemente da chi ha concluso l'intervallo precedente. Per esempio, nella figura 4.20 nel primo intervallo inizia a trasmettere il nodo 7, nel secondo l'ottavo e nel terzo il nono.

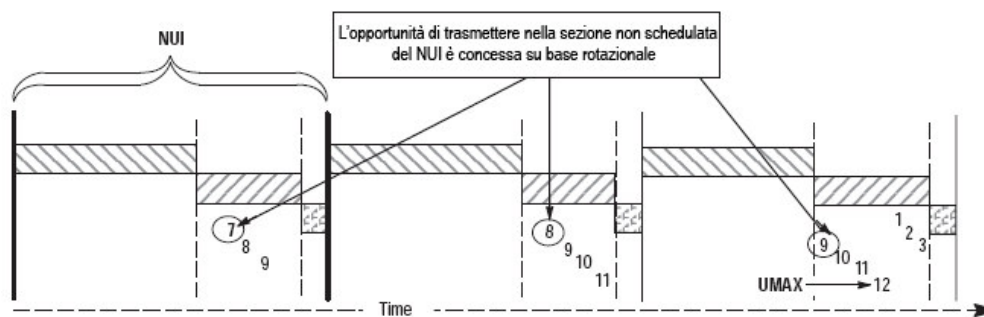


Figura 4-20

Tipicamente i messaggi non schedulati trasmettono dati relativi a :

- connection establishment
- peer-to-peer messaging data

¹⁰ UMAX è il più alto indirizzo di rete che può comunicare durante la porzione del traffico non schedulato del NUI. Di default vale SMAX + 8.

- programming data (uploads and downloads)

I nodi con indirizzi inferiori o uguali ad SMAX possono trasmettere sia nella sezione di traffico schedulato, sia in quello non schedulato.

I nodi con indirizzi superiori ad UMAX non possono trasmettere nella rete ControlNet.

4.6.4.3 Guardband

La **Guardband** è la parte finale del NUI ed è riservata per la manutenzione della rete.

Durante questo tempo, il **moderatore** trasmette informazioni, chiamate **moderator frame**, che mantengono tutti i nodi sincronizzati, definiscono il NUT, SMAX ed UMAX.

Ogni nodo ha la facoltà di agire come moderatore, la rete sceglie quello con indirizzo di rete più basso.

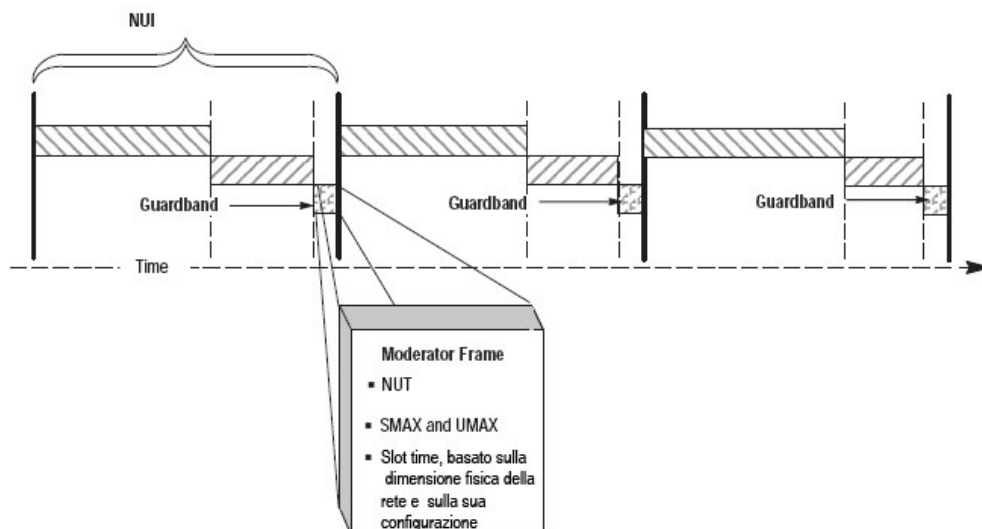


Figura 4-21

4.6.5 La struttura di un pacchetto ControlNet

Quando un nodo invia dei dati sulla rete ControlNet gli impacchetta in un **MAC Frame**. Gruppi di dati omogenei costituiscono un **Link packet (Lpacket)**. Ogni MAC Frame può contenere più **Lpacket**, che possono essere trasmessi simultaneamente. Tuttavia ogni nodo può trasmettere solo un Mac Frame fino ad un massimo di 510 byte di payload durante ogni opportunità che ha di trasmettere.

In figura 4.22 sono riportate le strutture di un MAC frame e di un Lpacket.

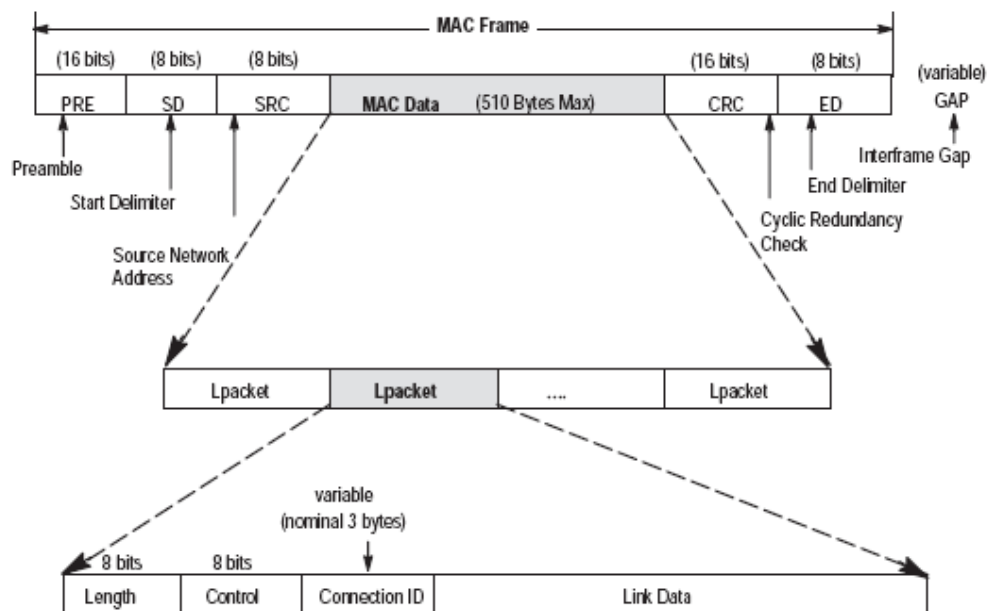


Figura 4-22

Un Lpacket sono pacchetti utilizzati dalle applicazioni dell'utente. Ogni Lpacket contiene un'informazione destinata per uno o più nodi della rete. Un nodo capisce se un pacchetto contiene i dati che gli interessano attraverso il Connection ID (CID). Il CID è un identificatore creato da un nodo ControlNet ed è un metodo molto efficace per riferire un particolare messaggio. Un CID può essere di due formati:

- Fixed connection ID (2 byte)
- General connection ID (3 byte)

Il primo contiene un *service code* e un *destination network address byte*.

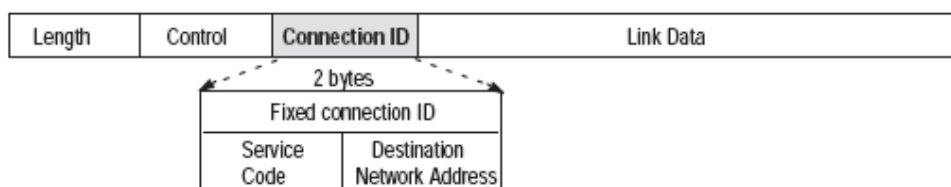


Figura 4-23 Fixed connection ID

Il code byte è usato per indicare il servizio richiesto, mentre il destination byte indica a quale indirizzo di rete deve essere consegnato il messaggio. Questo tipo di indirizzamento è utilizzato per un piccolo set di servizi.

Un general connection ID contiene un numero usato per indenticare uno specifico pacchetto dati.

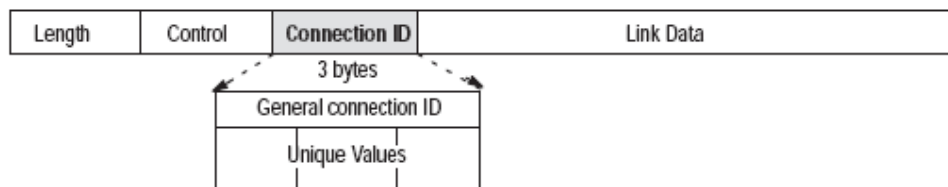


Figura 4-24 General connection ID

Per alcuni versi, una connessione ControlNet può essere comparata ad un circuito telefonico. Quando si effettua una chiamata, il sistema telefonico seleziona un percorso e ne setta ogni stazione per poterla gestire. Finché la chiamata continua, il circuito virtuale rimane aperto, trasportando voci o dati. In un sistema telefonico una chiamata può attraversare più e differenti tipi di link, ma nonostante questo la chiamata appare la stessa sia per il chiamante che il ricevente.

Una connessione fornisce anche un path fra i due end point. Una volta che il connection manager ha determinato il virtual circuit, il percorso fra i due terminali è fissato.

Gli end point di questa connessione sono le applicazioni che necessitano di condividere i dati attraverso la rete.

Ogni nodo contiene i seguenti oggetti:

- unconnected message manager (UCMM)
- message router (MR)
- connection manager (CM)

L' UCMM permette lo scambio di informazioni utilizzate per stabilire, aprire o chiudere una connessione tra applicazioni. In aggiunta, è utilizzato per trasmettere dati senza vincoli temporali stringenti su un singolo link. Per stabilire una connessione il Connection manager fornisce all'UCMM l'indirizzo di rete ed il percorso fino all'applicazione target. Una volta che l'applicazione è stabilita l'indirizzo ed il path non sono più richiesti. Infatti, aprendo una connessione si definisce un CID, il quale sarà utilizzato per lo scambio delle informazioni tra le applicazioni.

Come mostrato in figura 4.25 ogni messaggio che l'UMCC riceve viene inoltrato al message router, dove viene analizzato ed inviato alla sua specifica funzione od oggetto.

L'UMCC mantiene un *transaction record* per ogni messaggio ricevuto, cosicché una risposta possa essere inviata alla corretta locazione.

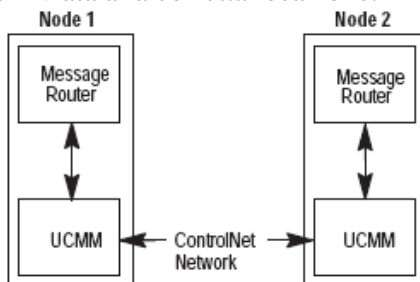


Figura 4-25

L'apertura e la chiusura di una connessione richiedono messaggi che sono sempre inviati attraverso l'UMCC. Inoltre egli fornisce:

- il rilevamento dei messaggi duplicati
- la rispedizione automatica dei messaggi non riscontrati
- la gestione dei messaggi in time-out

Da notare che ogni messaggio inviato dall'UMCC, viene spedito attraverso la porzione non schedulati del NUI.

Il message router (MR) permette ad un'applicazione di aprire connessioni verso più oggetti all'interno dello stesso nodo. Altri nodi possono stabilire una connessione con il MR attraverso l'UMCC ed il connection manager (CM).

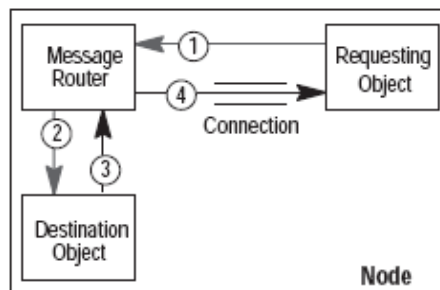


Figura 4-26

La figura 4.26 mostra come opera un MR:

1. Il MR determina quale oggetto deve eseguire lo specifico servizio interpretando ed identificando parte del messaggio.
2. Il messaggio è inoltrato all'oggetto di destinazione
3. L'oggetto di destinazione invia una risposta all'oggetto mittente
4. Il MR inoltra la risposta all'oggetto mittente attraverso la connessione già stabilita

Infine, il connection manager alloca le risorse interne necessarie per ogni connessione.

5 Quality Window

5.1 Introduzione

Quality Window è un software progettato appositamente per ambienti industriali che offre funzionalità SQC/SPC (Statistical Quality Control & Statistical Process Control). Non è un semplice database per raccogliere dati di processo, esso mette a disposizione potenti strumenti statistici utili per individuare rapidamente eventuali difetti nel processo produttivo, individuabili solo con un'analisi ad ampio raggio (su base settimanale o mensile).

La versione attualmente in commercio e da noi utilizzata è la 5.0. Essa comprende i seguenti 8 moduli:

- QW 5.0: è il modulo principale, raccoglie tutte le funzionalità di visualizzazione e analisi statistica delle tabelle;
- QWSetup: permette la definizione delle template delle tabelle che saranno popolate e visualizzate per mezzo del precedente modulo;
- QWFilePack: permette di compattare in un file zip tutti i file costituenti una o più tabelle di Quality Window.
- QWMerge: è utilizzato per combinare dati provenienti da diverse tabelle.
- QWRS232Setup: utilizzato per raccogliere dati in QW provenienti da un qualunque dispositivo in grado di comunicare con il pc attraverso la porta seriale RS232.
- QWSchedule: utile per schedare acquisizioni automatiche di dati da altre sorgenti software, con cadenza periodica o determinati dal presentarsi di particolari eventi.
- QWUtilities: utility varie per l'esportazione di dati in vari formati standard (CSV, excel, Access...), per muovere dati da una tabella ad un'altra e per operazioni di manutenzione varie;
- QWXLtoQW: permette di importare dati in QW a partire da file excel.

5.2 Quality Window 5.0

Questo è il modulo principale della suite di Quality Window 5.0. E' utilizzato dagli operatori per inserire i dati di produzione e dagli analisti per registrare i dati analitici sulle materie prime, intermedi e prodotti finiti. Inoltre fornisce diverse informazioni statistiche utili per effettuare i controlli di qualità giornalieri e per monitorare accuratamente il processo produttivo in tutta la sua complessità.

QW 5.0 è composto da 9 screen:

1. Log sheet
2. Summary
3. Control
4. Relate
5. Compare
6. Prioritize
7. Trieto
8. Report
9. Add

Riassumiamo le più utilizzate:

Log sheet

Rappresenta la visualizzazione vera e propria della tabella che sostituisce i tradizionali rapporti cartacei utilizzati dagli operatori. Ogni tabella è costituita da diverse variabili. Ogni variabile ha un nome, visualizzato in alto, ma è identificata univocamente da un riferimento numerico (da V1 a V255).

Date yyyy-mm-dd v1	Time hh:mm:ss v2	Team Leader v6	Batch Number v7	Batch Viscosity v8	Conveyor Speed (fpm) v9	Oven Temp. (F) v10	Weight Lane 1 (gm) v11
2002-06-20	16:17:22	Ray	1346	980	168	377	5.6
2002-06-20	17:17:42	Ray	1346		138	410	5.4
2002-06-20	18:18:02	Ray	1347	900	136	289	5.9
2002-06-20	19:18:22	Ray	1347		139	397	6.2
2002-06-20	20:18:42	Ray	1347	912	125	405	5.3
2002-06-20	21:19:00	Ray	1347		158	394	6.1
2002-06-20	22:19:20	Ray	1348	899	133	399	6.7
2002-06-20	23:14:42	Ray	1348		149	374	6.2
2002-06-21	00:14:02	Fred	1348	747	145	388	7.9
2002-06-21	01:15:20				135	402	6.0
2002-06-21	02:15:39			1007	156	236	6.1
2002-06-21	03:14:59				140	393	5.8
2002-06-21	04:18:19			901	158	409	6.2
2002-06-21	05:19:39				173	412	6.0
2002-06-21	06:21:59	Fred	1350	907	201	413	6.5
2002-06-21	07:22:18	Fred	1350		181	419	8.1

Figura 5-1

Per le variabili numeriche è possibile fissare dei limiti che definiscono anche un intuitivo schema di colori, fondamentale per avere un'immediata percezione di quello che è lo stato di ogni singola variabile. Il campo assume un colore diverso a seconda che il valore sia più o meno vicino al target o addirittura oltre i limiti definiti¹¹:

Verde - il valore è entro i limiti di controllo o in zona target

Giallo - il valore è ancora in zona di controllo, ma più vicino ai suoi estremi che non al target

Rosso – il valore è oltre i limiti di controllo

Bianco – il valore è oltre i limiti di specifica.

Summary

Dà indicazioni statistiche sulle regole che le variabili hanno rispettato o infranto. Una regola verifica una particolare condizione per ogni valore della variabile ed è possibile definirne di proprie per mezzo del modulo QWSetup¹². Ogni regola costruita viene inserita nel file QWRULES.SYS.

QW effettua una scansione completa di tutti i record presenti in memoria e per ogni variabile numerica determina se una regola è stata violata o meno. Per esempio, per determinare se la regola “seven point up”¹³, QW va a ricercare gli ultimi sette valori non nulli, anche se questo vuol dire controllare gli ultimi 50 record. L'unica limitazione è il numero di record correntemente in memoria.¹⁴

Ogni variabile che ha violato una regola viene visualizzata in questa schermata, l'ordine con cui appaiono le regole violate può essere definito nel modulo QWSetup. Per ogni regola violata è riportato il trend della variabile (precedente ai valori che hanno violato la regola) utilizzando un simbolismo grafico particolare: rombi e frecce colorate.¹⁵ Gli elementi su fondo azzurro sono proprio quelli che hanno attivato la regola.

¹¹ Per visionare questi ed altri parametri del campo selezionato, è sufficiente cliccare sul tasto *var info* presente nella barra dei pulsanti in alto. Maggiori informazioni sui parametri delle variabili e su come impostarli, sono riportati nella sezione QWSetup, paragrafo 5.3.

¹² Per informazioni sulle regole e su come impostarle fare riferimento alla sezione QWSetup, paragrafo 5.3.

¹³ E' una delle regole già preimpostate. Segnala se gli ultimi sette valori non vuoti sono maggiori del target definito per la variabile.

¹⁴ Il numero di record presenti in memoria coincide con il numero di record visualizzati. Per mezzo della funzione Filter è possibile specificarne il numero.

¹⁵ Il colore indica quanto il valore sia vicino o meno al target. I simboli servono ad indicare la posizione relativa di un valore rispetto al suo target. Un rombo indica che il valore è in target, una freccia verso l'alto un valore superiore, una freccia verso il basso un valore inferiore.

- Il target-Z: $T_z = \frac{\mu - Target}{\sigma}$

Per una distribuzione Gaussiana, dà una misura della vicinanza della media dal target rispetto alla deviazione standard. . In valore assoluto deve essere minore di 0.5.

Una misura, in un arco temporale, avente una distribuzione gaussiana con andamento intorno al target poco variabile, mostra Cr e Tz secondo i limiti indicati.

Una misura, in un arco temporale, avente una distribuzione gaussiana con andamento intorno al target molto variabile ma con media prossima al target presenta Cr non in specifica e Tz in specifica. La figura 5.3 mostra i quattro casi di Cr e Tz in specifica e non.

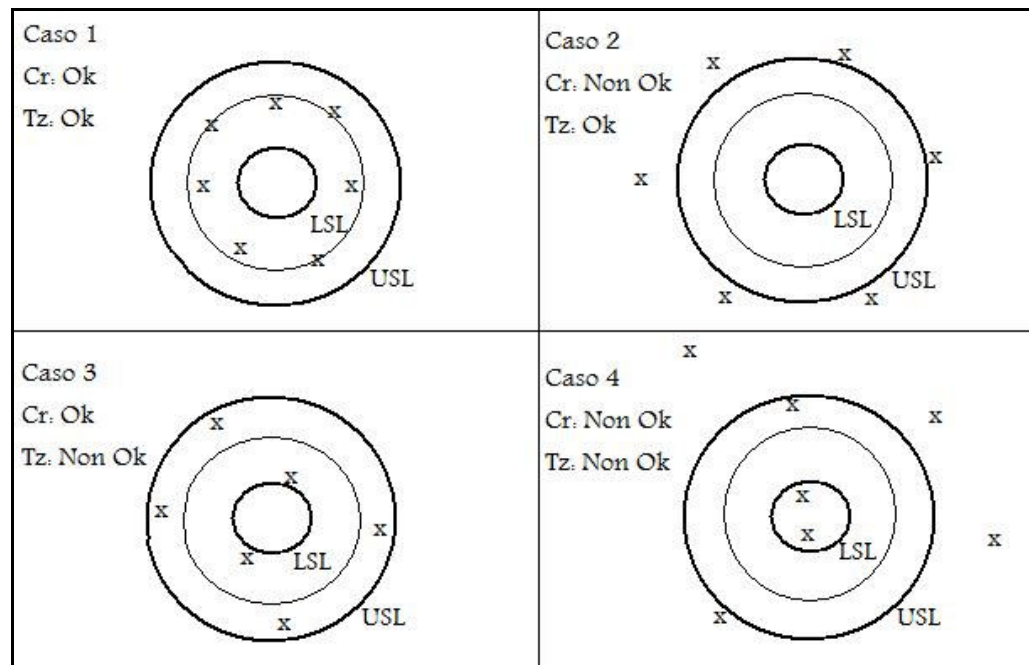


Figura 5-3

Control

La Control Chart riporta l'andamento dei valori della variabile selezionata nel tempo. Le colorazioni dello sfondo, che riflettono le aree indicate dai limiti impostati per la variabile selezionata, aiutano ad identificare le date e le ore in cui si sono avuti eventuali fuori specifica. La Statistics Box¹⁶ riporta tutte le indicazioni statistiche, qualora si volesse restringere la propria indagine ad un intervallo temporale specifico è sufficiente spostare i due cursori presenti sul grafico per limitare tutte le informazioni statistiche all'area selezionata.

Un istogramma in basso, mostra la distribuzione dei valori della variabile.

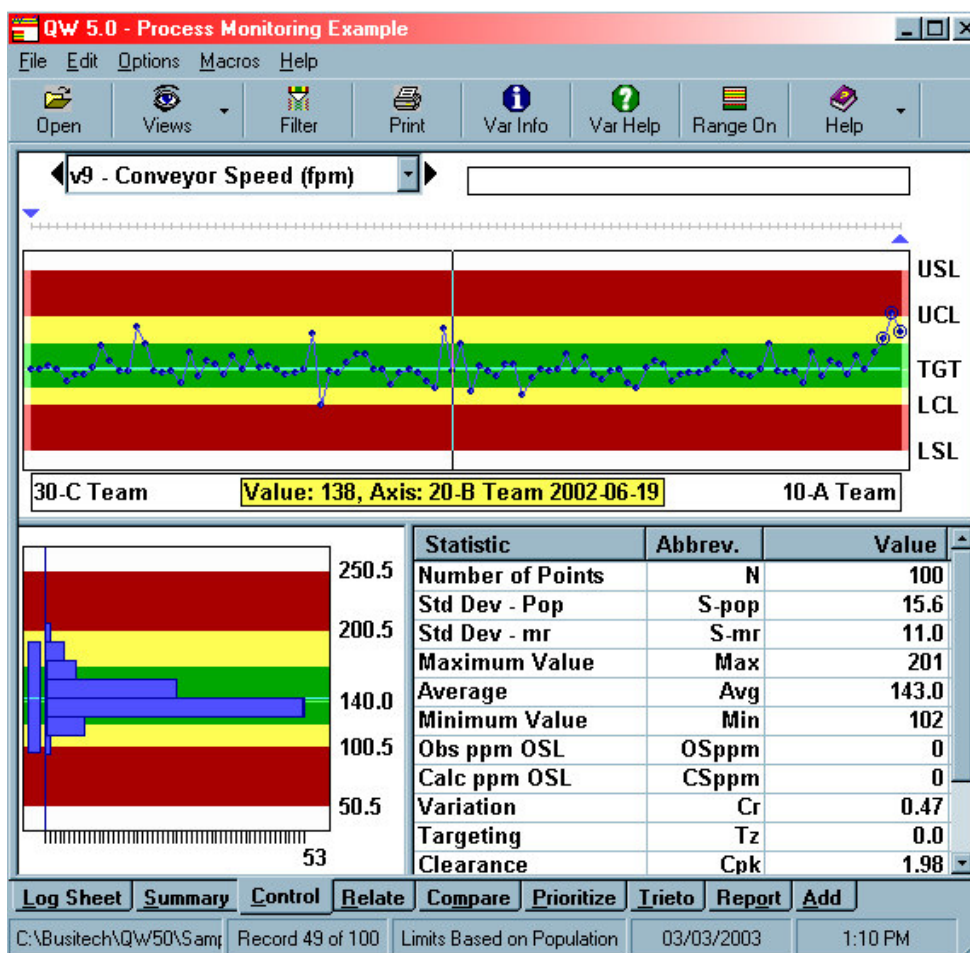


Figura 5-4

¹⁶ E' possibile personalizzare questa tabella aggiungendo o rimuovendo indici statistici. Dal menù Options selezionare la voce Statistics. In una finestra verranno riportati tutti gli indici statistici calcolabili e quelli già selezionati.

Relate

Come la schermata precedente con la possibilità di rapportare l'andamento di una variabile a quello di un'altra e di confrontare i loro dati statistici.

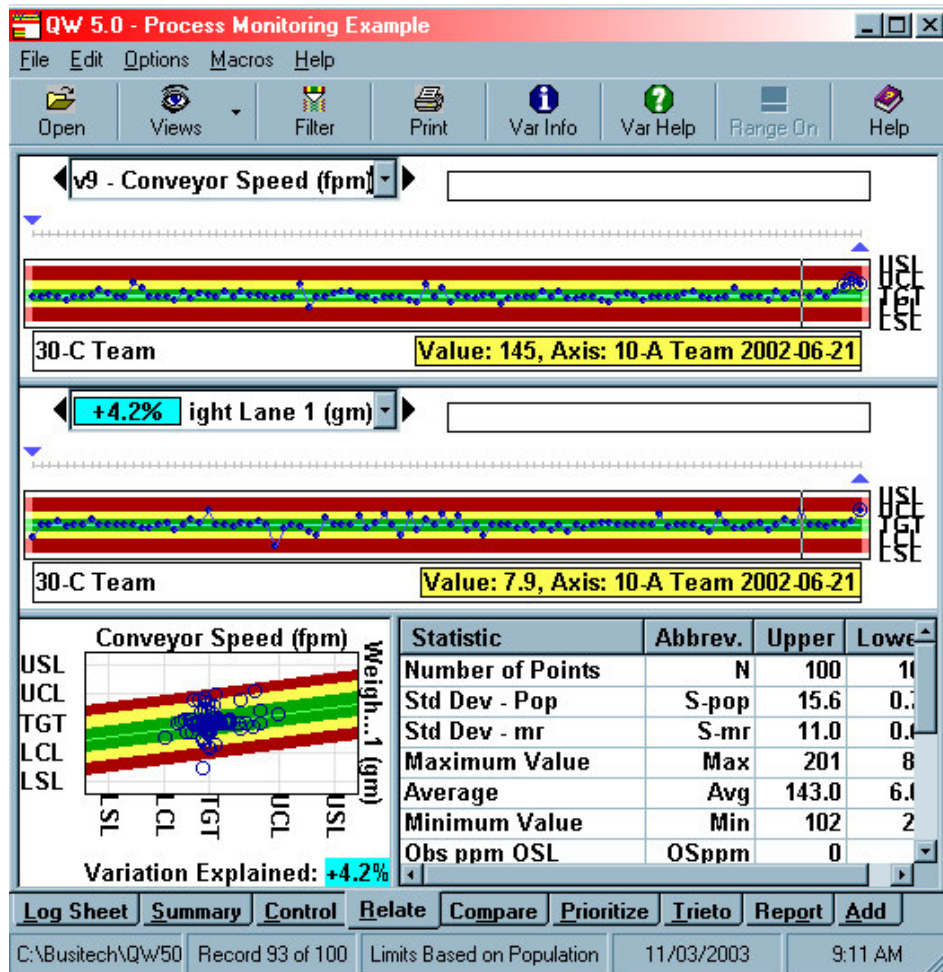


Figura 5-5

Prioritize

Per ogni variabile mostra la Pareto chart¹⁷ per la stratificazione delle variabili che presentano il maggiore di regole violate.

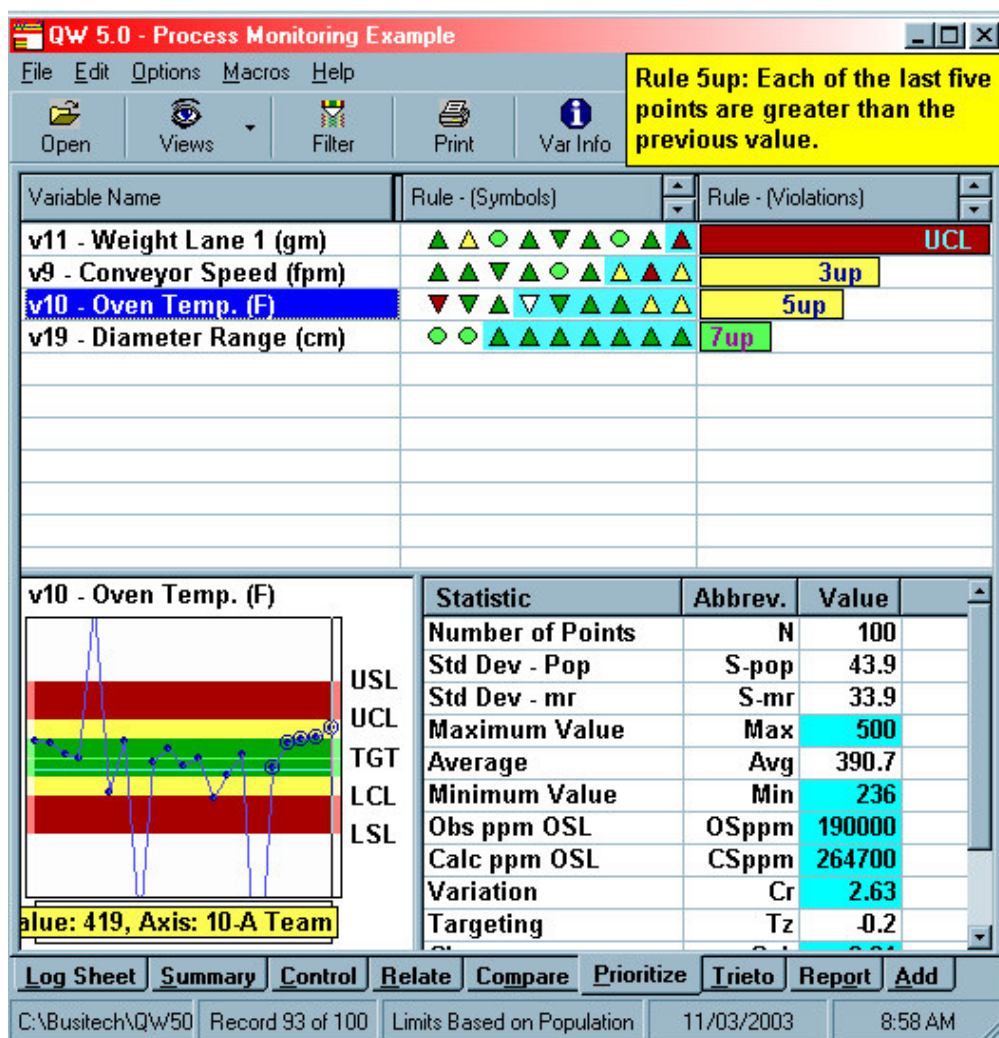


Figura 5-6

¹⁷ Strumento grafico che consente di evidenziare visivamente i fenomeni più importanti o le cause più rilevanti di un problema.

Report

Crea un report adatto alla stampa su carta della vista in uso, indicando tutte i dati statistici associati ad ogni variabile.

Variable Name	Cr	Tz	Cpk	%CV	Rule
V8 - Batch Viscosity	n/a	1.0	n/a	6.336	
V9 - Conveyor Speed (fpm)	0.47	0.0	1.98	10.894	3up
V10 - Oven Temp. (F)	2.63	-0.2	0.31	11.238	5up
V11 - Weight Lane 1 (gm)	0.58	0.0	1.70	12.807	UCL
V12 - Weight Lane 2 (gm)	0.63	0.3	1.48	13.235	
V13 - Weight Lane 3 (gm)	0.60	0.0	1.64	13.187	
V14 - Weight Average of 3	n/a	n/a	n/a	8.060	
V15 - Weight Range of 3	n/a	n/a	n/a	63.747	
V16 - Weight Profile All Lanes	n/a	0.1	n/a	13.171	
V17 - Weight Profile All Lanes XbarR	n/a	n/a	n/a	13.171	
V18 - Avg Diameter (cm)	0.66	-0.1	1.47	3.300	
V19 - Diameter Range (cm)	n/a	1.1	n/a	89.827	7up
V20 - # Chips per Cookie	n/a	n/a	n/a	23.054	
V21 - Defects Found	n/a	n/a	n/a	83.323	
V22 - # of Rule Violations	n/a	n/a	n/a	22.367	
V23 - % of Var. with Rule Violations	n/a	n/a	n/a	19.184	

Log Sheet Summary Control Relate Compare Prioritize Trieto Report Add

C:\Busitech\QW50 Record 93 of 100 Limits Based on Population 11/03/2003 9:19 AM

Figura 5-7

Add

E' la schermata che permette l'inserimento di un nuovo record.

Una funzionalità molto interessante di QW 5.0 è la possibilità di creare delle viste, ovvero di poter riordinare e visualizzare solo le variabili che ci interessano e relativamente all'intervallo temporale interessato. Selezionata una vista, in ognuna delle schermate descritte verranno visualizzati dati e parametri relativi ai record filtrati dalla lista stessa. Le viste, una volta create, possono essere salvate e riutilizzate ogni volta che si vuole.

5.3 QWsetup: come progettare le proprie applicazioni

Quality Window permette un rapido accesso ed un'analisi approfondita dei dati organizzati in tabelle, note anche come applicazioni. La suite di software Quality Window fornisce, inoltre, l'altra metà del processo, permettendo la creazione delle proprie applicazioni in modo semplice e diretto.

QWSetup, come detto, è un programma separato utilizzato per la definizione delle template delle nostre tabelle. Permette di definire e organizzare le variabili che abbiamo necessità di tracciare, associandoli parametri o limiti e le modalità di acquisizione, che potranno essere manuali o automatiche, attraverso altri software (come Excel, Access¹⁸ o InTouch) oppure attraverso opportuni dispositivi di acquisizione collegati alla porta seriale.

Il risultato finale di QWSetup è la creazione della template di un'applicazione Quality Window, organizzata in un file di estensione .QWT.¹⁹

Oltre alla creazione di template, QWSetup permette la definizione di popups, rules, del database delle unità di misura e delle regole di sicurezza per limitare gli accessi alle applicazioni QW da parte dei soli utenti autorizzati.

5.3.1 Come si costruisce un'applicazione in Quality Window

Appena avviato, la prima schermata con cui si presenta QWSetup mostra l'elenco delle sei screen principali che lo compongono:

- Applications
- Popups
- Rules
- Units of measure
- Security
- Directory Files

¹⁸ Per poter importare dati da Microsoft Access è necessario utilizzare QWAccess, un tool non presente nella suite Quality Window e acquistabile separatamente.

¹⁹ I file che compongono un'applicazione QW sono tre: il file principale con estensione QWT, che contiene la definizione della template, il file QWD, che contiene i dati veri e propri, il file QWI, che contiene un indice. Questi ultimi due file vengono creati nel momento in cui avviene il primo inserimento di dati nell'applicazione.

Applications

E' il pilastro principale del modulo QWSetup. Permette di costruire le proprie template ed editare quelle già esistenti.

E' costituito da quattro aree:

1. Applications Settings
2. Variable View
3. Grid View
4. Script

Applications Settings

permette di definire il nome dell'applicazione e tutta una serie di impostazioni più o meno generali come: numero di record che devono apparire di default nella tabella, le funzionalità dell'applicazione che devono essere protette dal sistema di sicurezza, il numero di valori che QW deve utilizzare per il calcolo automatico dei limiti, il path dell'eventuale file .BAT che deve essere eseguito prima di un nuovo inserimento, per esempio per avviare il modulo QWRS232 per l'acquisizione dei dati da periferiche, il path del file di log, e così via.

Variable View

Questa è la schermata dove si costruisce la struttura della tabella. Si definiscono le variabili: il loro nome, il loro tipo (text, numeric, calculated, average, popups,...), il numero di cifre o lettere di cui è composta e le eventuali cifre dopo la virgola. Si può specificare se la variabile è protetta, obbligatoria o opzionale e le regole che le saranno applicate.

Le variabili possono essere dei seguenti tipi:

- **Numeriche**
Assumono valori numerici inputati dall'utente.
- **Calcolate**
Sono variabili il cui valore viene calcolato automaticamente da QW combinando le numerose funzioni messe a disposizione da QW. Ovviamente queste variabili, essendo calcolate automaticamente, non appaiono nella schermata di inserimento record.
- **Average**
Per una variabile di questo tipo l'utente deve inserire almeno 2 valori. Il campo acquisirà la media dei valori inputati.
- **Range**
Questo tipo di variabile va sempre associato ad una variabile di tipo average. Definisce qual è il range di valori inputati per una variabile di tipo average.
- **Text**
Permette la memorizzazione di un testo
- **Popup**
A variabili di questo tipo vanno associati dei popup file. I popup file sono raccolte di domande e di corrispondenti risposte predefinite che vengono poste all'utente in fase di inserimento di un record. E' possibile definire anche una sequenza di domande secondo un modello gerarchico. Ad ognuna di queste risposte è possibile

associare un codice che la identifichi univocamente. I codici delle risposte scelte dall'utente, vengono uniti a costruire una chiave di accesso ad una tabella contenuta nel popup file e che può essere costituita da più colonne. In fase di definizione dell'applicazione va specificata quale di queste colonne deve essere associata alla variabile in oggetto e che QW utilizzerà per prelevare il valore da inserire nel nuovo record²⁰.

- **Lookup**

Le variabili di questo tipo, come le precedenti, acquisiscono il loro valore da una tabella popups. Tuttavia invece di porre domande per costruire il codice di accesso alla tabella, utilizzano il valore di un'altra variabile del record. Infatti le variabili di tipo lookup essendo variabili per calcolare dei testi, come le variabili calcolate, non appaiono nella schermata di inserimento record. Spesso si usano in combinata con variabili popup e puntando ad un'altra colonna della tabella popups. In questo modo si evita che l'utente debba rispondere più volte alle stesse domande della variabile popup per inserire nel nuovo record il valore contenuto in un'altra colonna della medesima tabella popups.

Settaggi fondamentali sono:

- Input file: in questo campo si specifica qual è il file di testo, con estensione .IO dal quale QW recupererà in automatico il suo valore in fase di inserimento di un nuovo record. In questo campo è possibile specificare anche l'indirizzo di una cella di un foglio excel dalla quale, per mezzo del protocollo DDE, verrà letto il valore della variabile.
- Output file: vi si specifica il nome del file .IO nel quale QW andrà a scrivere il valore che la variabile ha acquisito. Anche in questa cella è possibile specificare l'indirizzo di una cella di un foglio excel. Questo campo assieme al precedente è fondamentale per permettere la comunicazione fra diverse applicazioni QW e Microsoft Excel.
- I limiti: sono il punto di forza di questo software. E' proprio definendo correttamente questi limiti, per le variabili numeriche o calcolate, che è possibile avere sotto controllo tutti i nostri processi. I limiti che possono essere definiti sono:
 - USL – Upper Specification Limit: se il valore della è superiore a questo limite, la corrispondente cella del record assume una colorazione bianca, indica cioè una valore fuori specifica, la produzione deve essere fermata e le azioni correttive devono essere intraprese.
 - UCL – Upper Control Limit: se il valore della cella è compreso fra questo limite e USL, la cella assume uno sfondo rosso. La produzione è ancora in specifica, ma il processo rischia di sfuggire al controllo. Nella produzione successiva, la variabile

²⁰ Per maggiori informazioni sui popup fare riferimento al paragrafo **Popups**.

che ha oltrepassato questo limite deve essere monitorata con attenzione.

- UWL – Upper Warning Limit: se il valore della cella è compreso fra questo limite e UCL, la cella assume una colorazione gialla, indica che il processo non è pienamente sotto controllo e che è raccomandabile andare a rivedere i parametri di processo, come ad esempio la variabilità del sistema di dosaggio e la sua variabilità.
- TARGET: è il valore di riferimento. Quando la variabile assume un valore compreso fra il target e UWL la cella appare verde
- LWL – Lower Warning Limit: è il corrispettivo inferiore di UWL, se la variabile assume un valore compreso tra LWL ed il target, la cella appare verde
- LCL – Lower Control Limit: come UCL, se la variabile assume un valore fra LCL e LWL la cella appare gialla
- LSL – Lower Specification Limit: come USL, se la variabile assume un valore compreso fra LSL e LCL la cella appare rosso, se invece è inferiore a LSL appare bianca.

Si possono poi specificare il valore massimo ed il valore minimo che la variabile può assumere. Qualora non venissero specificati, il sistema calcolerebbe automaticamente questi valori in base al numero di cifre assegnato alla variabile.

Un limite può assumere uno dei seguenti stati:

- Fixed: si dice così un limite al quale è stato assegnato un valore preciso
- Blank: in questo caso non si può definire alcun valore numero a quel limite, il sistema semplicemente ignora l'intervallo corrispondente e la variabile non assumerà mai il colore associato
- Calc: in questo caso il progettista può evitare di definire un valore preciso per questo limite, tuttavia il sistema lo ricalcolerà automaticamente su base statistica in base a tutti i valori che ha assunto in passato la variabile. La tabella indica le formule utilizzate dal sistema:
 - a. Warning limits = Target +/- 1.5S
 - b. Control limits = Target +/- 3S
 - c. Specification limits = Target +/- 4SS indica la deviazione standard calcolata sulla popolazione della variabile.

In figura 5.8 è riportata la schermata **Variable View** di un'applicazione Quality Window.

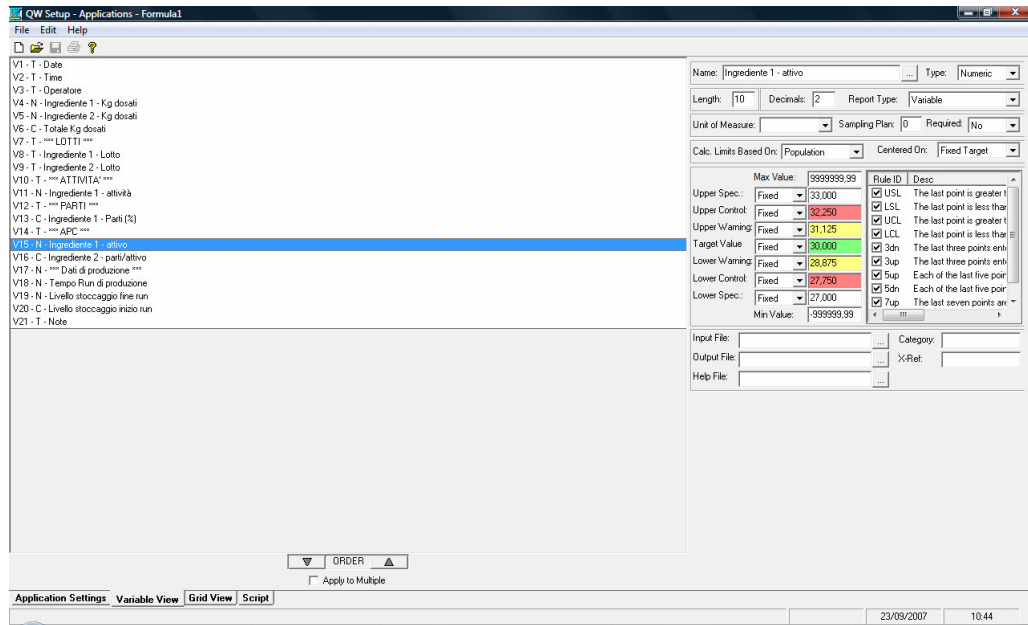


Figura 5-8

Grid View

Questa schermata dà una visione totale e completa di tutte le variabili della tabelle e di loro parametri, permette inoltre la modifica contemporanea di più variabili.

Script

Quality Window offre la possibilità di definire script per estendere le funzionalità base con delle funzioni scritte dall'utente. Ci sono due modalità per scrivere degli script:

- Tramite l'esecuzione di file .BAT
I file batch sono un retaggio della vecchia versione 4.5 di QW, vi si possono inserire uno o più comandi
Nel file batch deve essere specificato il nome dell'applicazione seguito dalle funzioni che si vogliono implementare. Le funzioni previste sono cinque: A, E, I, C, D (Add, Edit, Insert, Copy, Delete). Esse vengono richiamate in concomitanza delle corrispondenti azioni effettuate.
- Tramite vere e proprie funzioni scritte in Visual Basic o in Javascript

Questo è il flusso delle azioni che segue QW per elaborare eventuali funzioni scritte dall'utente:

1. **Esecuzione del Batch File quando il tasto Add è premuto**
QW esegue il batch file definito nella template. Tipicamente, si utilizza questo metodo quando si vogliono raccogliere dati in un file .IO da una periferica (per esempio collegata alla porta seriale) per essere poi inseriti nella schermata Add screen
2. **QW_Initialize (User Exit)**
Questa funzione è una via alternativa all'esecuzione di un file batch, non è necessario utilizzare i file di .IO, lo script è in grado di caricare direttamente i valori nella schermata di inserimento.
3. **Input Files are read**
Tutti gli input file vengono letti ed i loro valori assegnati alle corrispondenti variabili
4. **QW_BeforeDisplay (User Exit)**
Questa funzione permette di manipolare i valori della Add screen prima che questi siano visualizzati. Si ha accesso a qualunque valore, anche quelli caricati per mezzo dei file di .IO.
5. **Display Input Form**
A questo punto la Add screen viene visualizzata con tutti i valori correnti, finché non si effettua il salvataggio dei dati o non si annulla l'operazione
6. **QW_AfterDisplay (User Exit)**
Questa funzione permette di manipolare i dati giusto un attimo prima che vengano scritti su disco.
7. **Recalculate Record(s) and Write Updated Record(s)**
Il record viene scritto su disco, assieme ad eventuali altri record che sono stati ricalcolati.
8. **Write Output Files**
Tutti gli output file vengono scritti su disco.
9. **Write Transaction Log**
Se specificato, il file di log viene aggiornato con una transazione per ogni record che è stato modificato o scritto
10. **QW_DuringUpdate (User Exit)**
Questo script può essere eseguito più volte, ogni volta che un campo di tipo calcolato viene aggiornato
11. **QW_AfterUpdate (User Exit)**
Questo script viene eseguito quando tutti i record sono stati scritti su disco e la schermata di inserimento è stata chiusa
12. **Esecuzione del file Batch dopo che il tasto Save è stato premuto**
Se è stato definito, viene eseguito il file .BAT dopo il salvataggio del record

Quality Window 5.0 introduce un nuovo livello di interazione con lo Scripting Host Technology della Microsoft. QW5.0 supporta sia VBScript che JavaScript. Tutti gli script saranno inseriti in un singolo file nominato: <<application_name>>.qwx.

Quando l'utente esegue uno dei 5 possibili funzioni QW (A,D,E,I,C), la lettera corrispondente alla funzione richiesta viene passata come parametro alla funzione VBasic o Javascript. Ovviamente ognuna di queste funzioni di script sarà eseguita, se presente, al momento opportuno. Per esempio qualora venissero definite le funzioni **QW_Initialize** e **QW_AfterDisplay**, eseguendo una delle cinque funzioni QW, per esempio la A, per prima cosa verrà elaborata la parte di codice relativa alla funzione QW A dello script QW_Initialize, quindi apparirà la schermata di inserimento dati. Una volta premuto il tasto "Save", prima ancora che il record venga effettivamente salvato, verrà eseguito il codice dello script QW_AfterDisplay, sempre relativamente alla sezione relativa alla funzione A. Solo alla fine dello script il record verrà effettivamente salvato su disco.

La funzione di script può, eventualmente, restituire un valore allo scripting host. Valori validi che possono essere restituiti sono:

- **CANCEL**: che annulla l'esecuzione dello script in corso, annulla gli effetti degli script precedentemente eseguiti ed inibisce l'esecuzione di eventuali script successivi. Viene annullata anche la funzione QW che l'utente ha richiesto uscendo immediatamente dalla schermata di Update.
- **SAVE**: che può essere usata per le prime due funzioni (A, E) per saltare la visualizzazione della schermata di Update e procedere direttamente al salvataggio del record.

Questa è la struttura di riferimento per script VBasic:

```
Function QW_Initialize(QWFunction)
    Select Case QWFunction
        Case "A" 'Add Record
        Case "D" 'Delete Record
        Case "E" 'Edit Record
        Case "I" 'Insert Record
        Case "C" 'Copy Record
    End Select
End function
```

```
Function QW_BeforeDisplay(QWFunction)
    Select Case QWFunction
        Case "A" 'Add Record
        Case "D" 'Delete Record
        Case "E" 'Edit Record
        Case "I" 'Insert Record
        Case "C" 'Copy Record
    End Select
End Function
```

```
Function QW_AfterDisplay(QWFunction)
    Select Case QWFunction
        Case "A" 'Add Record
        Case "D" 'Delete Record
        Case "E" 'Edit Record
        Case "I" 'Insert Record
        Case "C" 'Copy Record
```

```

        End Select
    End Function

    Function QW_DuringUpdate(QWFunction)
        Select Case QWFunction
            Case "A" 'Add Record
            Case "D" 'Delete Record
            Case "E" 'Edit Record
            Case "I" 'Insert Record
            Case "C" 'Copy Record
        End Select
    End Function

    Function QW_AfterUpdate(QWFunction)
        Select Case QWFunction
            Case "A" 'Add Record
            Case "D" 'Delete Record
            Case "E" 'Edit Record
            Case "I" 'Insert Record
            Case "C" 'Copy Record
        End Select
    End Function

```

Se invece si volesse usare il linguaggio Javascript, si dovrebbe adottare questo tipo di struttura²¹:

```

// Language=JSCRIPT

function QW_Initialize(QWFunction)
{
}

function QW_BeforeDisplay(QWFunction)
{
}

function QW_AfterDisplay(QWFunction)
{
}

function QW_DuringUpdate(QWFunction)
{
}

function QW_AfterUpdate(QWFunction)
{
}

```

²¹ Notare che la prima linea è obbligatoria per indicare allo Scripting Host qual è il linguaggio utilizzato

Esempio 1: un Timer di countdown

Questo script visualizzerà un timer qualora l'utente tenti l'inserimento di un record (funzione A). Il timer sarà visualizzato prima della schermata di update (script QW_BeforeDisplay) finché l'utente non cliccherà sul tasto "OK", procedendo quindi all'inserimento dei valori nel nuovo record, o finché non premerà il tasto "Cancel", in questo caso lo script restituirà il valore *Cancel* e l'intera operazione di inserimento sarà annullata. In caso di pressione del tasto "OK", il valore del timer verrà convertito in minuti ed assegnato alla variabile V9.

```
Function QW_BeforeDisplay(QWFunction)
    Select Case QWFunction
        Case "A" 'Add Record
            Dim QWtimer
            Set QWtimer = CreateObject("QWtool.Timer")
            QWtimer.HeaderTitle = "Elapsed Time"
            QWtimer.FooterTitle = "Downtime Cost"
            QWtimer.FooterBaseValue = 80.00
            QWtimer.FooterMultiplier = 0.42
            QWtimer.FooterFormat = "$##,##0.00"
            QWtimer.Display
            If QWtimer.Cancel = False Then
                QWfile.Value(9) = QWtimer.ElapsedSeconds / 60
            Else
                QW_BeforeDisplay = "CANCEL"
            End If
        End Select
    End Function
```

In figura 5.9 è mostrato il timer generato da questo codice.

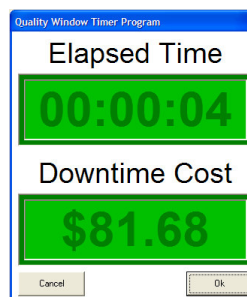


Figura 5-9

Esempio 2: aggiornamento di un database Access.

Questo script sincronizza un database Access con il corrente database QW. Tutte le modifiche fatte nel file attraverso la finestra di Update saranno riflesse nel database di Access, incluse le funzioni Edit ed Insert. Qualora in fase di inserimento di un nuovo record venissero rielaborati altri record, queste modifiche verrebbero riflesse in Access.

In questo script si fa uso del campo AutoNumber²² di QW, la quale fa riferimento al campo Access ID, allo stesso modo tutti i campi di un record QW sono riflessi, con lo stesso ordine nei record Access. In questo script si assume che il nome del database Access sia lo stesso dell'applicazione QW, con l'estensione .mdb. Si assume che il nome della tabella Access sia "DBSync", il quale, ovviamente, può essere cambiato.

```
Dim oConnection, oRecordset

Function QW_AfterDisplay(QWFunction)
    Dim dbName
    Set oConnection = CreateObject("ADODB.Connection")
    dbName = QwFile.FileName & ".mdb"
    oConnection.ConnectionString = "Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;Data Source=" & dbName & ";"
    oConnection.Open
End Function

Function QW_DuringUpdate(QWFunction)
    Dim i, TableName
    TableName = "DBSync"
    Set oRecordSet = CreateObject("ADODB.RecordSet")
    oRecordSet.Open TableName, oConnection, 1, 3, 2
    Select Case QWFunction
        Case "A", "I", "C", "E" 'Add Insert, Copy Record
            oRecordset.Find "ID" = " & QwFile.Value(QwFile.AutoNumber)
            If oRecordset.EOF Then oRecordset.AddNew
                For i = 1 to QwFile.Fields.Count
                    oRecordset.Fields(i-1).Value = QwFile.Value(i)
                Next
            oRecordset.Update
        Case "D" 'Delete Record
            oRecordset.Find "ID" = " & QwFile.Value(QwFile.AutoNumber)
            If Not oRecordset.EOF Then oRecordset.Delete
    End Select
    oRecordset.Close
    Set oRecordset = Nothing
End Function

Function QW_AfterUpdate(QWFunction)
    If oConnection.State = 1 Then oConnection.Close
    Set oConnection = Nothing
End Function
```

Nella sezione script è possibile definire non solo il codice che verrà eseguito automaticamente nelle fasi predefinite individuate precedentemente. Per mezzo di

²² AutoNumber è una variabile di Quality Window che incrementa automaticamente il proprio valore ad ogni inserimento, utile per identificare univocamente un record. È il corrispettivo del campo counter di Access.

questo modulo è infatti possibile definire vere e proprie macro in Visual Basic che l'utente può richiamare in qualunque istante.

Qw5.0 mette a disposizione molte delle sue caratteristiche interne e delle sue strutture da cui l'utente può trarne vantaggio per la definizione del proprio codice.

Per costruire una macro è necessario definire non una funzione, come visto prima, ma una sub-routine. Tutte le intestazioni delle routine definite saranno disponibile all'utente nel menù macro di QW5.0 e da lì richiamabili.

Di seguito sarà mostrato un esempio di macro per la costruzione di un **Certificato di Analisi** in formato HTML ed utilizzando i dati contenuti in un'applicazione QW. La macro raccoglie i dati da una opportuna vista già preconfigurata e utilizzando anche altre informazioni inserite direttamente dall'utente attraverso delle message box, costruisce un report sulla base di un struttura HTML preconfezionata e dichiarata nel file **Monitor.coa**. Il file risultante ha estensione MHT, leggibile con un qualunque internet browser.

Sub-Routine

Option Explicit

```
Sub MENU_Certificate_Of_Analysis()
Dim QWhtml, Rec, Table, V, R, S, T, StatPtr, StatName, StatCount, VariableCount,
Parms
Dim MfgDate, OrderNo, CustomerName, CustomerNo, SupplierName, SupplierLoc, Comments
Dim BegVariable, MfgDateVariable, OrderNoVariable

If QWrep.RecordCount = 0 Then
MsgBox "No Records in Current View!"
Exit Sub
End If
If QWselect.CurrentViewName = "" Then
MsgBox "No View Loaded!"
Exit Sub
End If
'-----
SupplierName      = "The Elf Cookie Company"
SupplierLoc       = "45 Chocolate Chip Lane"
MfgDatevariable   = 1 'First Variable of View should be Date
OrderNoVariable   = 3 'Third variable of View should be Order Number
BegVariable       = 4 'Start of Variables to Display Statistics on
'-----
Set QWhtml = CreateObject("QWtool.Html")
QWhtml.Caption = "Certificate Of Analysis"
QWhtml.LoadFromFile QWfile.FileName & ".coa"
CustomerName = InputBox("Enter Customer Name:", "Certificate of Analysis")
CustomerNo   = InputBox("Enter Customer Number:", "Certificate of Analysis")
Comments     = InputBox("Enter Comments:", "Certificate of Analysis")

MfgDate      = QWrep.GetFormatteddata(1, MfgDateVariable)
OrderNo      = QWrep.GetFormatteddata(1, OrderNoVariable)

QWHTML.TempFileName = "CoA for Order Number " & OrderNo

QWhtml.ReplaceText "%CustomerNo%" , CustomerNo
QWhtml.ReplaceText "%MfgDate%"    , MfgDate
QWhtml.ReplaceText "%OrderNo%"    , OrderNo
QWhtml.ReplaceText "%CustomerName%", CustomerName
QWhtml.ReplaceText "%SupplierName%", SupplierName
QWhtml.ReplaceText "%SupplierLoc%" , SupplierLoc
QWhtml.ReplaceText "%Comments%"   , Comments

'Replace all Header Lines with variable tags
Parms = Split(QWselect.ReportHeader, VbCrLf)
For V = 0 To Ubound(Parms)
```

```

        QWhtml.ReplaceText "%V" & V & "%", Parm(V)
    Next

    StatCount = 0
    For S = 1 To QWselect.ReportStatistics.Count
        If QWselect.ReportStatistics(S).Selected = True Then
            StatCount = StatCount + 1
        End If
    Next
    VariableCount = 0
    If QWselect.ReportNumericOnly = True Then
        For V = BegVariable To QWrep.Fields.Count
            With QWrep.Fields(V)
                If .FieldType >= 4 And .FieldType <= 7 Then
                    If .Limits.USLtype + .Limits.UCLtype + .Limits.UWLtype +
                        .Limits.TGTtype + .Limits.LWLtype + .Limits.LCLtype +
                        .Limits.LSLtype > 0 Then
                        VariableCount = VariableCount + 1
                    End If
                End If
            End With
        Next
    Else
        VariableCount = QWrep.Fields.Count - BegVariable + 1
    End If

    If QWselect.ReportType = 0 Then '*** Variables Down the Side ***
        Table = "<TR>"
        If QWselect.ReportIncludeColumns = True Then
            Table = Table & "<TH>&nbsp;</TH>"
        End If
        If QWselect.ReportIncludeDetails = True Then
            Table = Table & "<TH COLSPAN=" & QWrep.RecordCount & "><FONT SIZE=4  
FACE=Arial>Sample Data</FONT></TH>"
        End If
        If QWselect.ReportIncludeStatistics = True Then
            Table = Table & "<TH COLSPAN=" & CStr(StatCount) & "><FONT SIZE=4  
FACE=Arial>Product Specifications and Results</FONT></TH>"
        End If
        Table = Table & "</TR>" & vbCrLf
        If QWselect.ReportIncludeColumns = True Then
            Table = Table & "<TR><TH ALIGN=LEFT>PROPERTY</TH>"
            If QWselect.ReportIncludeDetails = True Then
                For R = 1 To QWrep.RecordCount
                    Table = Table & "<TH>" & QWrep.GetFormattedData(R,1) & "<BR>"
                        & QWrep.GetFormattedData(R,2) & "</TH>"
                Next
            End If
            If QWselect.ReportIncludeStatistics = True Then
                For S = 1 To QWselect.ReportStatistics.Count
                    If QWselect.ReportStatistics(S).Selected = True Then
                        StatPtr = QWrep.StatProps(QWselect.ReportStatistics(S).
                            Reference).StatType
                        StatName
                            =
                        QWrep.StatProps(QWselect.ReportStatistics(S).Reference)
                            .Abbreviation
                        Table = Table & "<TH ALIGN=RIGHT>" & StatName & "</TH>"
                    End If
                Next
            End If
            Table = Table & "</TR>" & vbCrLf
        End If
        For V = BegVariable To QWrep.Fields.Count
            With QWrep.Fields(V)
                T = "<TR>"
                If QWselect.ReportIncludeColumns = True Then
                    T = T & "<TD ALIGN=LEFT>" & Replace(.FieldName, "_", " ") &
                        "</TD>"
                End If
                If QWselect.ReportIncludeDetails = True Then
                    For R = 1 To QWrep.RecordCount
                        T = T & "<TD ALIGN=RIGHT>&nbsp;</TD>" & QWrep.GetFormattedData(R,V)
                            & "</TD>"
                    Next
                End If
            End With
        Next
    End If

```

```

End If
If QWselect.ReportIncludeStatistics = True Then
  For S = 1 To QWselect.ReportStatistics.Count
    If QWselect.ReportStatistics(S).Selected = True Then
      StatPtr = QWrep.StatProps(QWselect.ReportStatistics(S).
        Reference).StatType
      StatName = QWrep.StatProps(QWselect.ReportStatistics(S).
        Reference).Abbreviation
      T = T & "<TD ALIGN=RIGHT>&nbsp;&nbsp;&nbsp;" &
        .Selections(2).Statistics(StatPtr).FormattedValue &
        "</TD>"
    End If
  Next
End If
T = T & "</TR>" & VbCrLf
If QWselect.ReportNumericOnly = True Then
  If .FieldType >= 4 And .FieldType <= 7 Then
    If .Limits.USLtype + .Limits.UCLtype + .Limits.UWLtype +
      .Limits.TGTtype + .Limits.LWLtype + .Limits.LCLtype +
      .Limits.LSLtype > 0 Then
      Table = Table & T
    End If
  End If
Else
  Table = Table & T
End If
End With
Next
If QWselect.ReportIncludeColumns = False And _
  QWselect.ReportIncludeDetails = False And _
  QWselect.ReportIncludeStatistics = False Then
  Table = ""
End If

Else
  '*** Variables Across the Top ***
  Table = ""
  If QWselect.ReportIncludeDetails = True Then
    Table = Table & "<TR><TH>&nbsp;</TH><TH COLSPAN=" &
      CStr(VariableCount) & "><FONT SIZE=4 FACE=Arial>Sample
      Data</FONT></TH></TR>"
  Else
    If QWselect.ReportIncludeStatistics = True Then
      Table = Table & "<TR><TH>&nbsp;</TH><TH ALIGN=CENTER COLSPAN=" &
        cStr(VariableCount) & "><FONT SIZE=4 FACE=Arial>Product
        Specifications and Results</FONT></TH></TR>" & vbCrLf
    End If
  End If
  If QWselect.ReportIncludeColumns = True Then
    Table = Table & "<TR><TH ALIGN=LEFT>PROPERTY</TH>"
    For V = BegVariable To QWrep.Fields.Count
      Table = Table & " & "<TH>" &
        Replace(QWrep.Fields(V).FieldName, "_", "<BR>") & "</TH>"
    Next
    Table = Table & "</TR>" & VbCrLf
  End If
  If QWselect.ReportIncludeDetails = True Then
    For R = 1 To QWrep.RecordCount
      Table = Table & "<TR><TD>" & QWrep.GetFormatteddata(R,1) & " " &
        QWrep.GetFormatteddata(R,2) & "</TD>"
      For V = BegVariable To QWrep.Fields.Count
        With QWrep.Fields(V)
          T = "<TD> ALIGN=RIGHT>&nbsp;&nbsp;&nbsp;" &
            QWrep.GetFormattedData(R,V) & "</TD>"
          If QWselect.ReportNumericOnly = True Then
            If .FieldType >= 4 And .FieldType <= 7 Then
              If .Limits.USLtype + .Limits.UCLtype +
                .Limits.UWLtype + .Limits.TGTtype +
                .Limits.LWLtype + .Limits.LCLtype +
                .Limits.LSLtype > 0 Then
                Table = Table & T
              End If
            End If
          End If
        End With
      Next
    Next
  End If
Else

```

```

        Table = Table & T
    End If
    End With
Next
Table = Table & "</TR>" & vbCrLf
Next
If QWselect.ReportIncludeStatistics = True Then
    Table = Table & "<TR><TH>&nbsp;</TH><TH ALIGN=CENTER COLSPAN="
    & cStr(VariableCount) & "><FONT SIZE=4 FACE=Arial>Product
    Specifications and Results</FONT></TH></TR>" & vbCrLf
End If
End If
If QWselect.ReportIncludeStatistics = True Then
    For S = 1 To QWselect.ReportStatistics.Count
        If QWselect.ReportStatistics(S).Selected = True Then
            StatPtr =
            QWrep.StatProps(QWselect.ReportStatistics(S).Reference).
            StatType
            StatName =
            QWrep.StatProps(QWselect.ReportStatistics(S).Reference).
            Abbreviation
            Table = Table & "<TR><TD>" & StatName & "</TD>"
            For V = BegVariable To QWrep.Fields.Count
                With QWrep.Fields(V)
                    T = "<TD ALIGN=RIGHT>&nbsp;" &
                    .Selections(2).Statistics(StatPtr).FormattedValue &
                    "</TD>"
                    If QWselect.ReportNumericOnly = True Then
                        If .FieldType >= 4 And .FieldType <= 7 Then
                            If .Limits.USLtype + .Limits.UCLtype +
                                .Limits.UWLtype + .Limits.TGTtype +
                                .Limits.LWLtype + .Limits.LCLtype +
                                .Limits.LSLtype > 0 Then
                                Table = Table & T
                            End If
                        End If
                    Else
                        Table = Table & T
                    End If
                End With
            Next
            Table = Table & "</TR>" & vbCrLf
        End If
    Next
End If
End If
QWhtml.ReplaceText "%SpecTable%", Table
QWhtml.ReplaceText "V_Units", "Units"
QWhtml.SendToBrowserMHT
End Sub

```

Il file .MHT generato da questa macro è il seguente:

```

<HTML>
<HEAD><TITLE>Certificate Of Analysis</TITLE></HEAD>
<BODY BGCOLOR=ffffff>

<IMG SRC="c:\busitech\qw50\samples\monitor.jpg">
<CENTER>
    <FONT SIZE=5 FACE="Arial"><B>Certificate of Analysis</B></FONT>
</CENTER>

<CENTER>
<TABLE WIDTH=100%>
    <TR>
        <TD VALIGN=TOP>
            <TABLE WIDTH=100%>
                <TR>
                    <TD ALIGN=RIGHT><B>Customer :</B></TD>
                    <TD ALIGN=LEFT>%CustomerName%</TD>
                </TR>
                <TR>
                    <TD ALIGN=RIGHT><B>Customer # :</B></TD>

```

```

        <TD ALIGN=LEFT>%CustomerNo%</TD>
    </TR>
    <TR>
        <TD ALIGN=RIGHT><B>Batch # :</B></TD>
        <TD ALIGN=LEFT>%OrderNo%</TD>
    </TR>
</TABLE>
</TD>
<TD VALIGN=TOP>
    <TABLE WIDTH=100%>
        <TR>
            <TD ALIGN=RIGHT><B>Description :</B></TD>
            <TD ALIGN=LEFT>%V0%</TD>
        </TR>
        <TR>
            <TD ALIGN=RIGHT><B>Mat.Spec. # :</B></TD>
            <TD ALIGN=LEFT>%V1%</TD>
        </TR>
    </TABLE>
</TD>
<TD VALIGN=TOP>
    <TABLE WIDTH=100%>
        <TR>
            <TD ALIGN=RIGHT><B>Supplier :</B></TD>
            <TD ALIGN=LEFT>%SupplierName%</TD>
        </TR>
        <TR>
            <TD ALIGN=RIGHT><B>Supplier Loc. :</B></TD>
            <TD ALIGN=LEFT>%SupplierLoc%</TD>
        </TR>
        <TR>
            <TD ALIGN=RIGHT><B>Mfg Date :</B></TD>
            <TD ALIGN=LEFT>%MfgDate%</TD>
        </TR>
    </TABLE>
</TD>
</TR>
</TABLE>
</CENTER>

<TABLE CELLSPACING=0 CELLPADDING=1 BORDER=1 WIDTH=100%>
    %SpecTable%
</TABLE>
<P>

<FONT SIZE=4 FACE="Arial"><B>COMMENTS:</B></FONT>
<TABLE>
    <TR>
        <TD WIDTH=100>&nbsp;</TD>
        <TD>
            %Comments%
        </TD>
    </TR>
</TABLE>
<P>

<FONT SIZE=4 FACE="Arial"><B>QUALITY ASSURANCE:</B></FONT>
<TABLE>
    <TR>
        <TD WIDTH=100>&nbsp;</TD>
        <TD><FONT SIZE=2>We certify that cookies manufactured on the date above under the
specific batch number<BR>
        meets all requirements of the customer's current specifications.
        <P>
        <hr>
    </TD>
</TR>
</TABLE>
</BODY>
</HTML>

```

La figura 5.10 visualizzazione del file MHT:

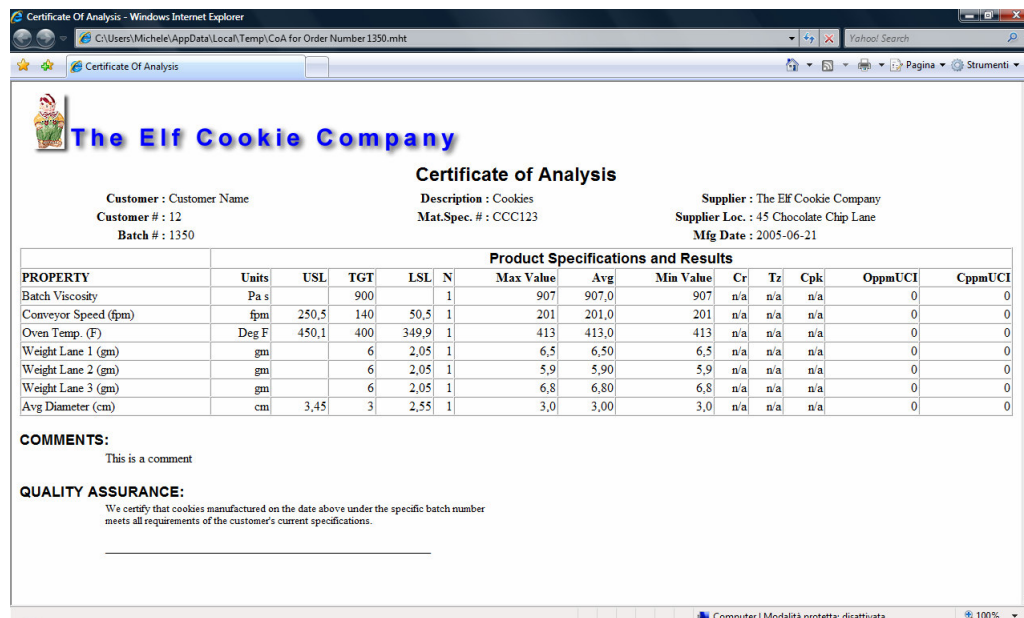


Figura 5-10

Popups

I popups sono file di dati che sono utilizzati in per fornire una lista di selezioni possibili, per una variabile, durante l'inserimento di un nuovo record. Le possibili selezioni sono contenute in una tabella per accedere alla quale è necessario una chiave. Questa chiave viene costruita sottoponendo all'utente una serie di domande alle cui risposte è associato un codice. Sono proprio i codici delle risposte date dall'utente che vanno a costruire, uno dopo l'altro, la chiave di accesso alla riga della tabella. Ogni variabile popup o lookup è associata ad una particolare colonna di questa tabella ed utilizzerà la chiave di accesso per leggere il valore della corrispondente riga.

Ci sono due tipi di strutture popup:

1. Single Level Popups

E' utilizzato per visualizzare una semplice lista di selezioni da cui scegliere. Un esempio può essere il seguente:

10 - A Team
20 - B Team
30 - C Team
40 - D Team

La chiave di accesso è costituita da due sole cifre ed esiste una sola colonna. In questo caso l'utente risponderà ad una sola domanda che avrà quattro risposte alle quali saranno associati i codici 10,20,30,40. QW utilizzerà questi codici per accedere ad una riga della tabella, leggere il valore corrispondente ed associarlo alla variabile popup dell'applicazione.

2. Multi-level Popups

E' una struttura che può avere fino a nove livelli. E' utile utilizzare un multi-level popup piuttosto che molti popup di un solo livello quando il sistema da analizzare è complesso ed è importante guidare l'utente verso la causa base di un problema. In questo esempio è stato creato un numero di livelli necessario per tenere traccia di un guasto ad una macchina.

- a. Il primo passo è separare le macchine secondo le tipologie presenti sul campo:

- 10 - Mixers**
- 20 - Injectors**
- 30 - Conveyors**
- 40 - Oven**
- 99 - Other**

- b. Il passo successivo è individuare l'area, per ogni tipologia di macchina, che ha subito la rottura. Supponiamo di analizzare il caso **30 - Conveyors**:

- 30 - Conveyors**
 - 10 - Electrical**
 - 20 - Mechanical**
 - 30 - Operational**
 - 40 - Control Systems**
 - 99 - Other**

- c. Si può approfondire il livello di dettaglio ricercando le cause principali di ogni area.

Analizziamo il caso **10 - Electrical**:

- 30 - Conveyors**
 - 10 - Electrical**
 - 10 - Power Failure - source**
 - 20 - Power Failure - breaker**
 - 30 - Main Motor Failure**
 - 40 - Secondary Motor Failure**
 - 99 Other**

In questo modo abbiamo definito un modello multi-level (3). Per ogni livello dovrà essere definita una domanda²³. Supponiamo che questo sia il percorso di risposte definito dall'utente:

- 10 – Mixers
- 20 – Injectors
- 30 – Conveyors**
 - 10 – Electrical**
 - 10 - Power Failure – source
 - 20 - Power Failure - breaker.**
 - 30 - Main Motor Failure
 - 40 - Secondary Motor Failure
 - 99 - Other
 - 20 – Mechanical
 - 30 – Operational
 - 40 – Control Systems
- 40 – Oven
- 99 – Other

Come è stato già detto, un popup file è costituito anche da una tabella alle cui righe si accede con una chiave di lettura ottenuta concatenando i codici delle risposte fornite dall'utente. Nell'esempio proposto la chiave è: **301020**.

Vediamo ora come configurare in QWSetup – Popoups questa struttura multilevel.

Nella prima schermata vanno definiti il numero e le domande che verranno poste all'utente, nonché il numero di colonne da cui sarà composta la tabella (database) del popup file: **Description, Action**.

²³ Queste saranno presentate all'utente per cercare di classificare la tipologia della rottura. Ovviamente una volta strutturato il popup file, perchè possa essere utilizzato in un'applicazione QW sarà necessario definire una variabile di tipo popup e legarla a questo popup file.

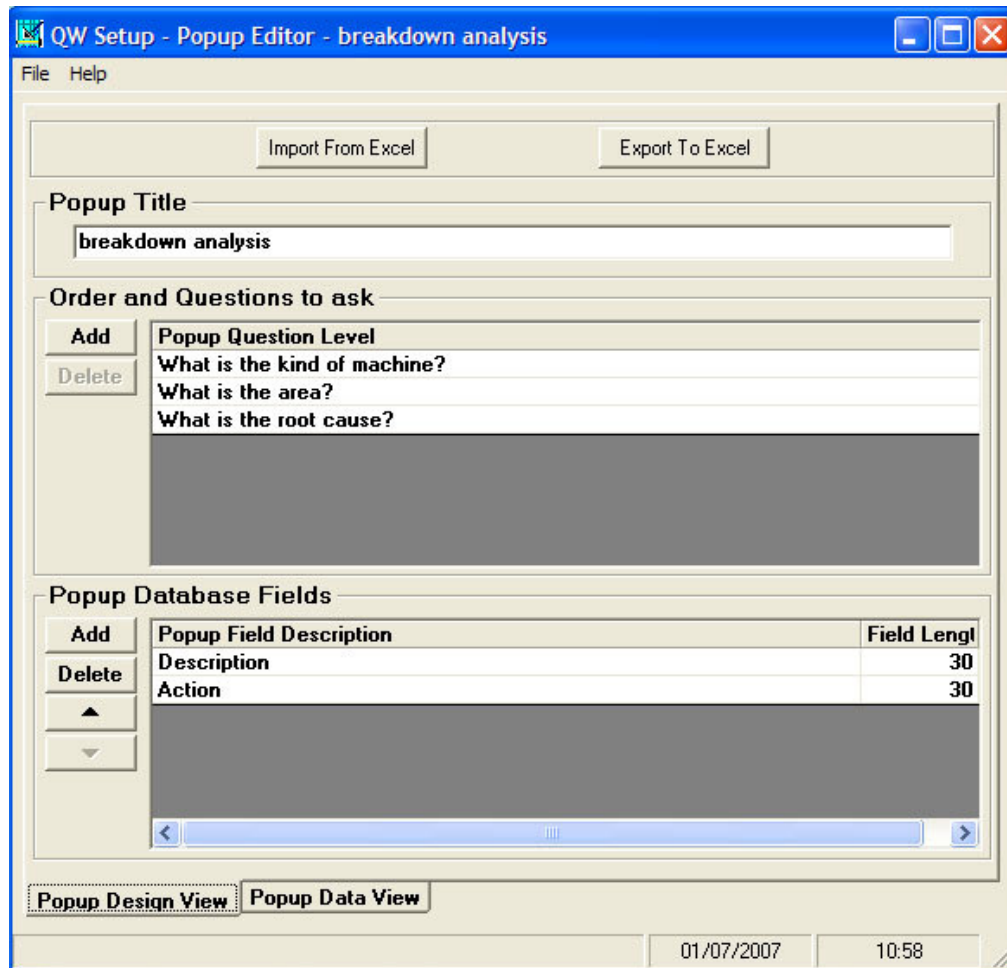


Figura 5-11

Nella seconda schermata è possibile costruire l'albero i cui rami saranno tutte le risposte individuate alle precedenti domande. Supponendo di avere cinque risposte per ogni domanda avremo $3 \times 5 \times 5 = 125$ risposte totali corrispondenti ad altrettante righe della tabella. In realtà nel nostro caso non tutte le risposte sono state definite e perciò la tabella ha molte meno righe²⁴.

²⁴ Il software, infatti, lascia la possibilità di non definire tutte le righe.

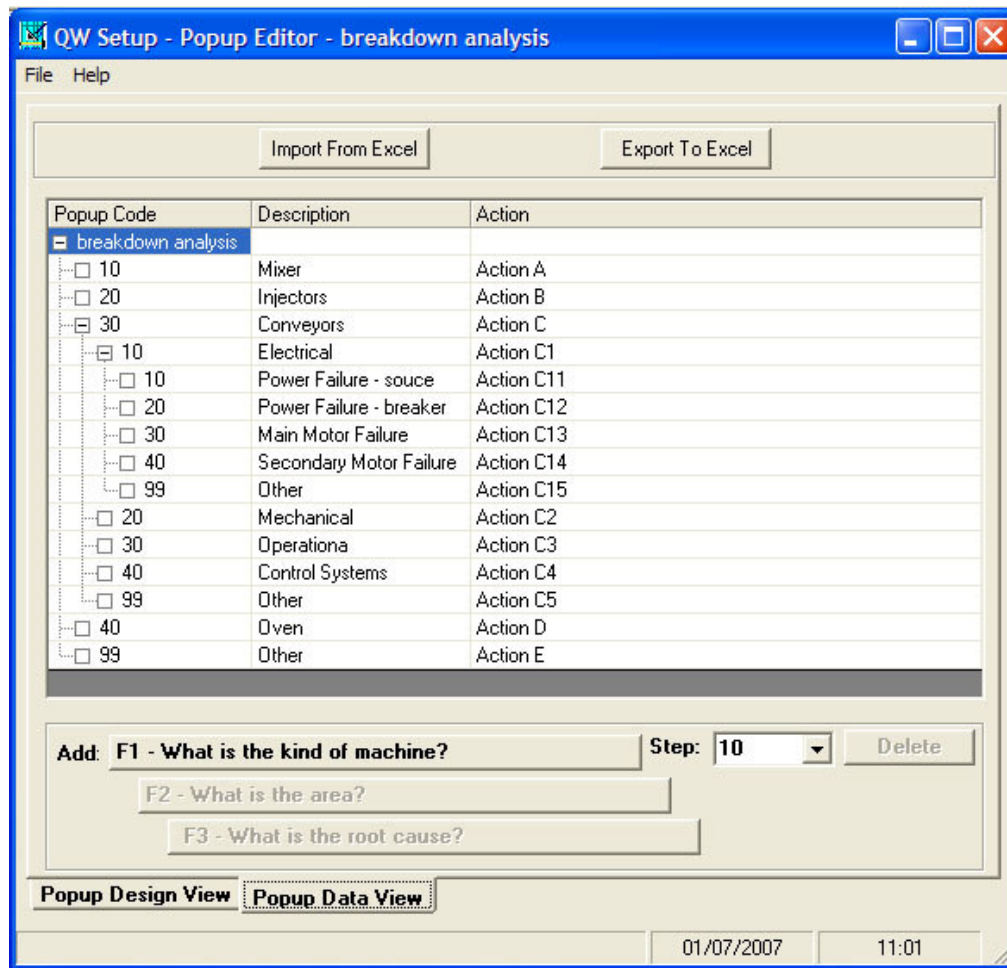


Figura 5-12

Nella figura 5.13 è mostrata l'evoluzione dell'inserimento dati per una variabile V3 di tipo popup. Nella schermata a destra vengono poste, una dopo l'altra, le tre domande all'utente assieme alle corrispondenti risposte. Nella figura 5.14 è indicato il record inserito, notare il valore della variabile V4 di tipo lookup. Essa non era presente nella schermata di inserimento ed ha acquisito automaticamente il suo valore dal campo **Action**²⁵ dalla tabella del file di popup, utilizzando come chiave di lettura il valore della variabile V3.

²⁵ Ovviamente nella definizione di questa variabile in QWSetup – Applications è stato indicato come target il campo Action della tabella del popup file.

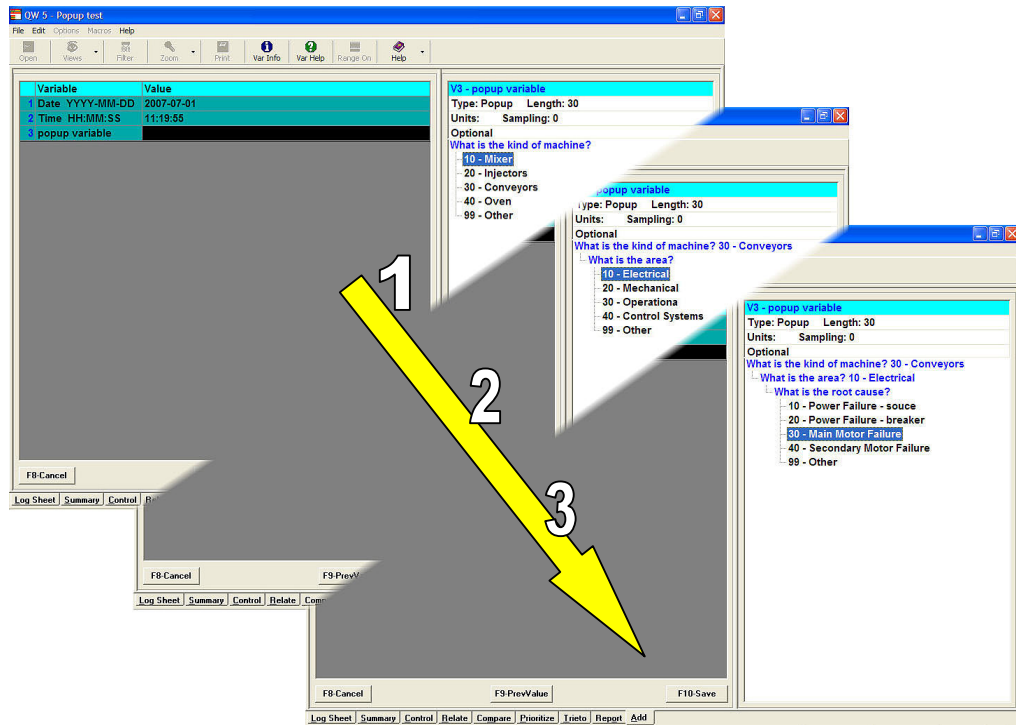


Figura 5-13

QW 5 - Popup test			
v3 - popup variable			
Date	Time	popup variable	Lookup Variable
YYYY-MM-DD	HH:MM:SS	v3	v4
2007-07-01	11:19:55	301030-Main Motor Failure	Action C13

Figura 5-14

Rules

La schermata per la gestione delle regole è raggiunta selezionando **RULES** dalla menù principale di QWSetup. Permette di modificare le regole predefinite e di crearne delle nuove.

Tramite QWSetup – Application è possibile associare ad una variabile le regole che devono essere calcolate.

Esempi di regole sono:

- *L'ultimo valore è più grande del limite Usl*
- *Gli ultimi 3 valori sono superiori al target*
- *Gli ultimi 7 valori sono superiori a 3 volte la deviazione standard*

Ogni regola deve avere un identificatore univoco, con il quale sarà riferita in QWSetup – Applications.

In figura 5.15 è riportata la schermata di QWSetup – Rules.

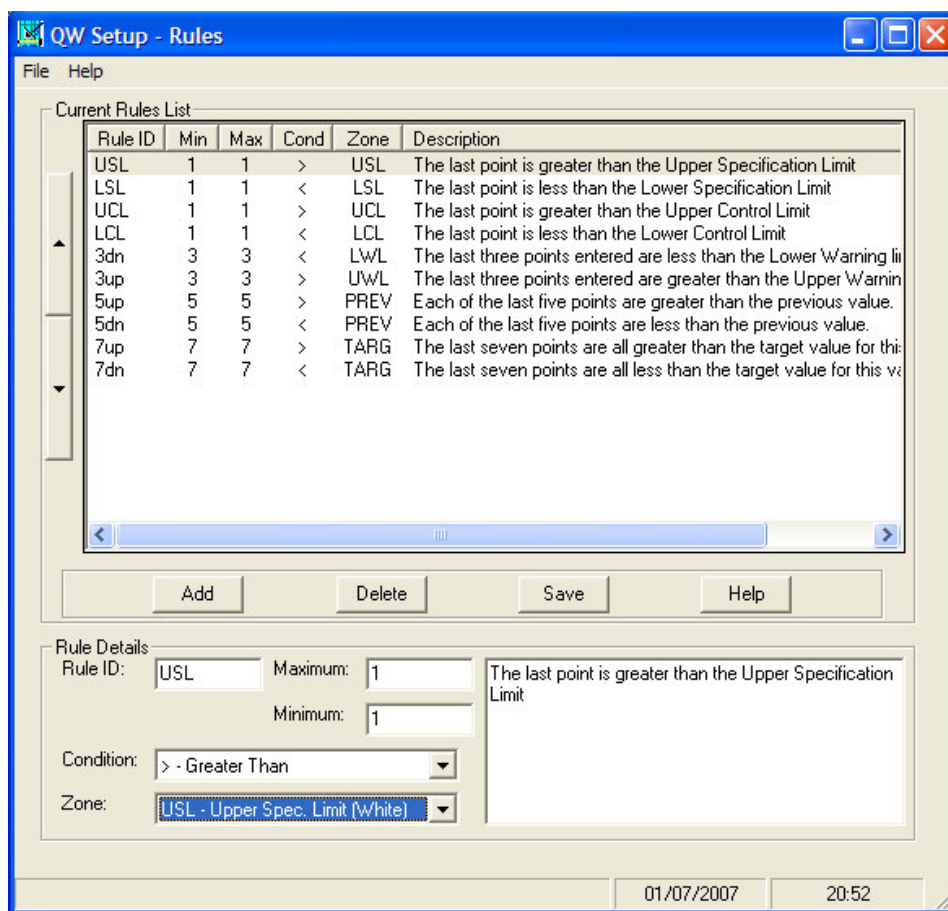


Figura 5-15

Tramite i campi **Minimun** e **Maximum** è possibile definire quanti valori (contandoli a ritroso, compreso l'ultimo inserito) devono essere considerati per applicare la regola. **Minimun=1** e **Maximum=1** indicano esattamente l'ultimo valore inserito.

Units of measure

In questo database sono raccolte tutte le unità di misura che possono essere utilizzate per definire una variabile. L'utente ha la possibilità di definirne di nuove.

Security

In questa schermata è possibile definire la lista degli utenti di QW, le loro password, lo status (Attivo o Inattivo), la data di scadenza dell'account, oltre la quale l'account diventa inattivo, e la descrizione dell'utente.

Tramite QWSetup – Applications è possibile stabilire se per accedere ad un'applicazione è necessario essere utenti registrati e quali funzionalità fra Add, Insert, Edit, Delete e Copy sono riservate ad utenti registrati.

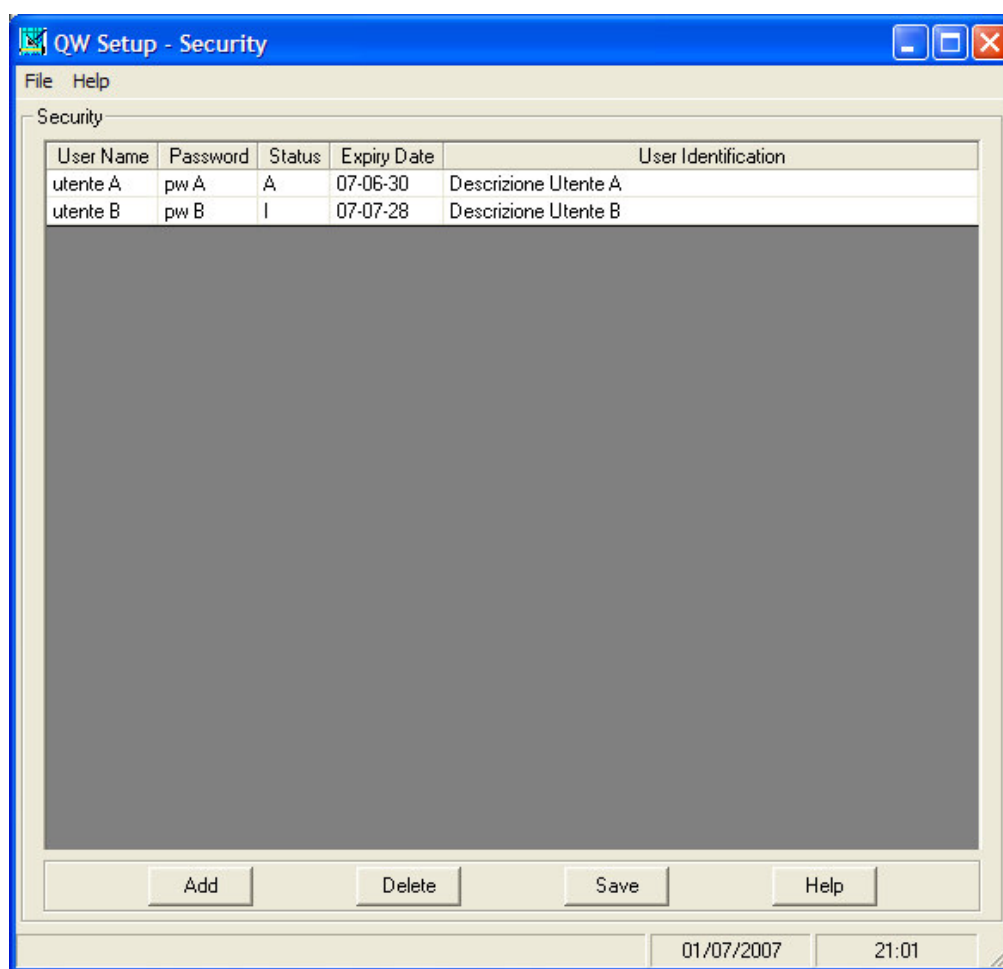


Figura 5-16

5.4 QWRS232

QWRS232 può essere utilizzato per acquisire dati in Quality Window da un qualunque dispositivo in grado di comunicare attraverso la porta seriale RS232.

Questo modulo è a sua volta costituito da due programmi:

- **QWRS232Setup** – per creare il file di configurazione
- **QWRS232** – utilizza il file di configurazione per visualizzare i dati provenienti dal dispositivo collegato alla porta seriale.

La figura 5.17 mostra un esempio di interfaccia utente per l'acquisizione dati da una bilancia elettronica, che QW può presentare prima della schermata di inserimento dati. L'acquisizione dei pesi dei flaconi è uno dei controlli di qualità in produzione che è possibile effettuare semplicemente con l'ausilio di questo software.

Instructions

Place one object on the scale.
 Wait for scale to settle.
 Remove object.
 Replace with next object.

	Sample	Weight	
	1	38.2	
	2	31.3	
	3	51.8	
GET	4		

Press SPACE to get data, ENTER to accept, ESCape to reject

Simple

Ok

Cancel

... + ... 1 ... + ... 2 ...

5
1
.
8
g
<<
>>

2 2 2 2 2 2 2 2 3 3 2 3 2 6 2 2 2 2 2 0 0
 0 0 0 0 0 0 0 0 5 1 E 8 0 7 0 0 0 0 0 D A

Figura 5-17

5.5 Come si costruisce un'interfaccia di acquisizione dati

La prima cosa da fare per realizzare una connessione con un dispositivo esterno è configurare il canale di comunicazione e la periferica stessa. Ciò è possibile farlo per mezzo del tasto **Device Settings**, il quale presenta una finestra le cui due schede sono riportate nelle figure 5.18 e 3.19:

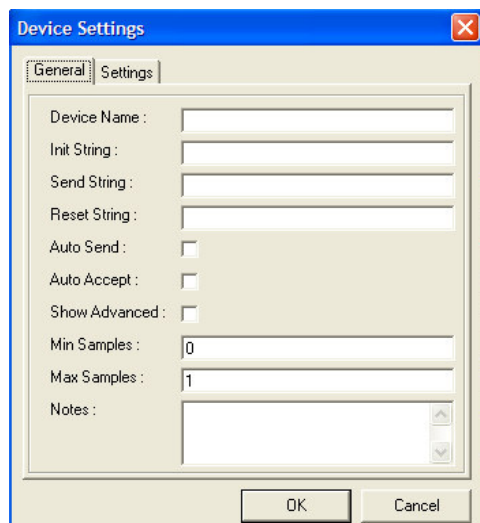


Figura 5-18

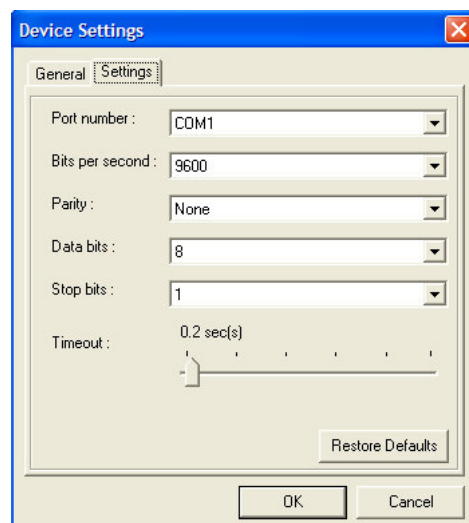


Figura 5-19

Scheda **General**:

Device Name: Nome descrittivo del dispositivo

Init String: (*optional*) Alcuni dispositivi richiedono una stringa di inizializzazione per stabilire una comunicazione. Inserire qui l'eventuale stringa

Send String: (*optional*) Alcuni dispositivi richiedono un comando prima di poter inviare dati. Inserire qui l'eventuale stringa

Reset String: (*optional*) Alcuni dispositivi richiedono una stringa di reset prima di poter inviare dati. Inserire qui l'eventuale stringa

Auto Send: (*optional*) Spuntare questa casella se si vuole che il dispositivo invii dati automaticamente una volta settato

Auto Accept: (*optional*) Spuntare questa casella se si vuole che QW acquisisca dati automaticamente una volta che il dispositivo è stato settato

Show Advanced: (*optional*) Se selezionata viene visualizzato il flusso continuo di dati proveniente dal dispositivo

Min Samples: il minimo numero di campioni richiesto

Max Samples: il massimo numero di campioni richiesti. Questo valore determina il numero di file di .IO che il sistema creerà automaticamente. Essi saranno utilizzati per trasferire i dati in QW e dovranno essere indicati come file di input nella definizione della template in QWSetup.

Notes: note che appariranno come istruzioni all'utente

Scheda **Settings**:

Port Number: identificativo della porta seriale a cui andrà connessa la periferica

Bit per second: velocità di connessione

Parity: il numero di bit di parità utilizzati per la rilevazione di eventuali errori di comunicazione

Data Bits: Numero di bit dati

Stop bits: Numero di bit di stop

Timeout: Tempo oltre il quale, se non si ricevono dati, la connessione viene considerata persa

Una volta impostati questi parametri è necessario indicare il numero di campi che devono essere acquisiti dalla periferica. Per realizzare l'interfaccia prima indicata sarà necessario dichiarare un solo campo dal nome "**Weight**", di tipo **numeric**. Il nome del campo sarà utilizzato per costruire il nome dei file di input facendolo seguire dal carattere di underscore e dal numero del campione che conterrà.

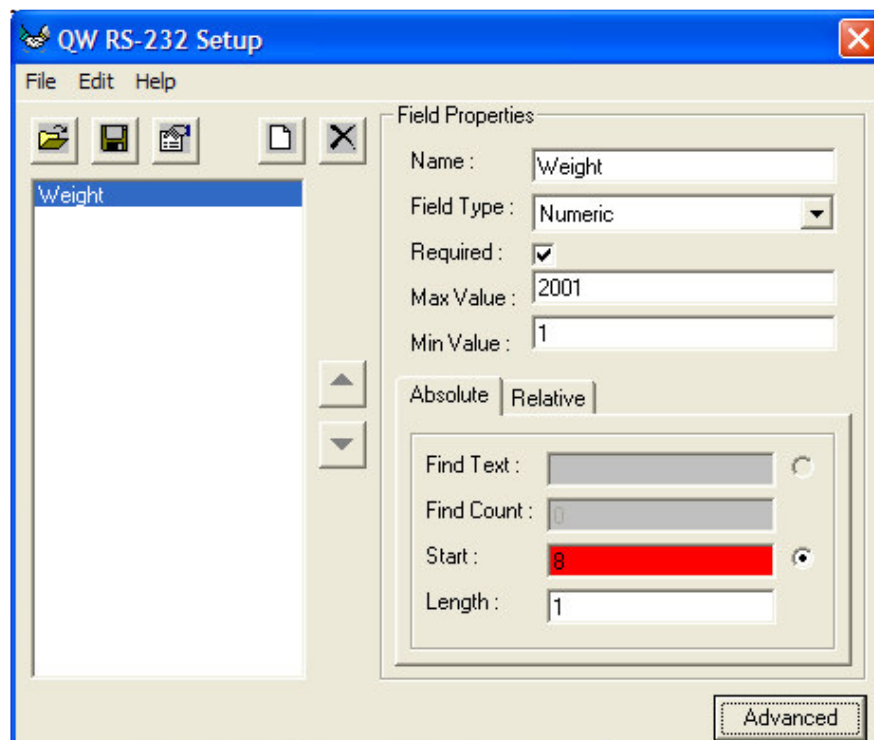


Figura 5-20

Sulla base dell'impostazione di questi parametri verrà generato uno script, in Visual Basic, che sarà utilizzato da QW per poter effettuare l'acquisizione automatica dei dati.

```

Function QW_BeforeDisplay(QWFunction)
    Select Case QWFunction
        Case "A" 'Add Record
            Dim RS232
            Set RS232 = CreateObject("QWtool.RS232")
            With RS232
                .Device = "Scout Pro"
                .Port = 1
                .PortSettings = "2400,N,7,1"
                .Timeout = 0.2
                .InitString = "SA$0D"
                .SendString = ""
                .ResetString = "0A$AD"
                .AutoSend = Vero
                .AutoAccept = Vero
                .MinSamples = 0
                .MaxSamples = 3
                .DebugWindow = Falso
                .Fields.Add"Weight", "N", "", 0, 8,
1, Vero

                .Notes = "Scan your Barcode|then
Accept or Reject each entry"
                .Display
                If .Cancel = False Then
                    ' Move RS232 Values into Quality
                    Window Variables
                        ' Example:
                        ' QWfile.Value(3) = .Value(1,1)
'Weight

                Else
                    QW_BeforeDisplay = "CANCEL"
                End If
            End With
            Set RS232 = Nothing
        End Select
    End Function

```

Ovviamente, trattandosi di istruzioni di configurazione da eseguire prima della schermata di inserimento, sarà generato il corpo della funzione QW_BeforeDisplay().

Tutte queste informazioni vengono memorizzate in un file .INI che sarà necessario specificare in QWSetup (in **Add Screen Options** – figura 5.21) come parametro del modulo QWRS232.EXE che sarà eseguito da QW in fase di inserimento dati.

QW Setup - Applications - Weight Scale RS232 Interface Example

File Edit Help

General Information

Application Template Name	Weight Scale RS232 Interface Example
Number of Variable to Lock	V2 - Time
Number of Historical Data Points	100

Chart Screen Options

X-Axis Variable 1: included in Po	V2 - Time
X-Axis Variable 2: included in Po	V4 - Shift
Annotated Field : above top righ	V5 - Team

Add Screen Options

Batch File To Execute	C:\Busitech\QW50\QWRS232.EXE C:\Busitech\QW50\Samples\SCOUTPRO.INI
-----------------------	--

Transaction Audit Trail

Log Filename to Update	
Batch Filename to Execute	
Variable Used to Store AutoNurr	V0 - NONE

Security Options

Security Turned On For:	
Variable Used to Store Security I	V0 - NONE

Limit Method Criteria:

Percent of Data to Use:	20
Minimum Number of Points:	20
Maximum Number of Points:	100

Event Information

TRI-ETO Chart Settings

Variable Used for Units	V0 - NONE
Description of Units	
Description of Frequency	
Variable Used for Weight	V0 - NONE
Description for Weight	

Scheduled Downtime

Variable Used For Scheduled D	V0 - NONE
-------------------------------	-----------

Normalized Data Settings

Variable Used for Normalization	V0 - NONE
Description of Normalization	

Interval Chart Settings

Interval Duration (HOURS)	0
Beginning Interval Time (HH:MM)	00:00
Description of Interval	

Application Template Name

Weight Scale RS232 Interface Example

Previous Next Undo

Info

This is the long description name for an application. It is displayed at the top left of each screen and also when selecting an application to use.

Application Settings Variable View Grid View Script

Figura 5-21

5.6 QWSCHEDULE

Quality Window 5.0 offre uno strumento potente e flessibile per l'acquisizione automatica dei dati da diversi software. Il modulo QWSchedule permette di definire e schedulare dei task, periodici o event-driven, che richiedono a QW 5.0 di collezionare autonomamente dei dati da altre sorgenti software.

I dati possono essere recuperati attraverso i protocolli DDE/OPC della Microsoft, come anche da diversi database commerciali, PLC e molte altre fonti.

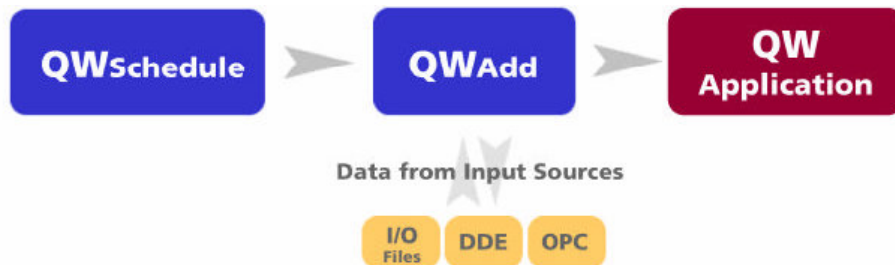
QWSchedule viene eseguito in background, indipendentemente dal regolare uso di QW 5.0 e può essere eseguito automaticamente all'avvio del pc.

5.6.1 Come creare un task in QWSchedule

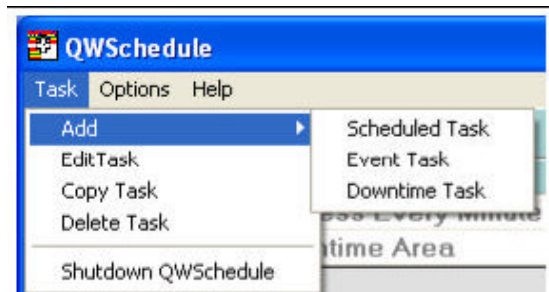
Ci sono due tipi distinti di task che l'utente può definire in QWSchedule:

- **Task periodici**
- **Task event-driven**
 - A loro volta divisi in:
 - **Trigger event-driven task**
 - **Downtime task**

Un task, qualunque sia la sua classe, una volta attivo, e qualora siano verificare eventuali condizioni, non fa altro che eseguire l'applicazione associatali, con eventuali parametri. Tipicamente il programma che viene fatto eseguire è **QWAdd**, un programma, che fa parte della suite di Qualità Window 5.0, il cui scopo è quello di effettuare l'inserimento automatico di un record in un'applicazione QW fornendo tutti i dati necessari, recuperandoli attraverso diversi canali e da diverse fonti. E' ovviamente necessario specificare in quale applicazione di QW deve essere inserito il nuovo record.



Dal menù task è possibile aggiungere, copiare, modificare e cancellare un task.



Task periodici

Come per qualunque tipo di task, è necessario definire un nome, il più possibile significativo, l'applicazione che deve essere eseguita e il parametro con cui deve essere eseguita, che per QWAdd, l'applicazione tipicamente definita, è il nome dell'applicazione QW (comprensivo del path) nella quale verrà inserito un nuovo record.

Per quanto riguarda i task periodici è necessario specificare la frequenza con cui il task andrà in esecuzione, l'ora di inizio e di fine, i giorni della settimana in cui deve andare in esecuzione. E' possibile anche indicare direttamente le date fra le quali il task deve essere attivo.

E' interessante la possibilità di definire una eventuale condizione che, se non verificata, inibisce l'attivazione del task. Si tratta di verificare relazioni logiche (maggiore, maggiore-uguale, uguale, diverso,...) con valori numerici o di comparazione con un testo, di un parametro acquisito tramite i protocolli DDE/OPC. E' possibile per esempio controllare il valore di una cella di excel, di un campo di una tabella di access o di un file di testo, per esempio un file di .IO.

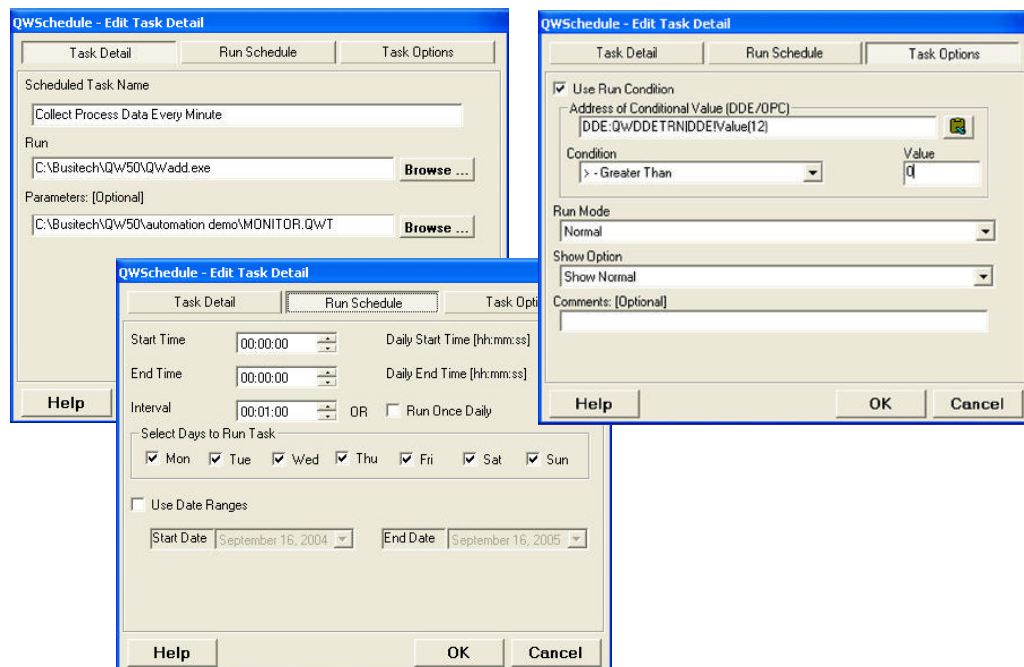


Figura 5-22

Una volta creato un nuovo task questo apparirà nella schermata principale di QWSchedule, come indicato in figura 5.23. Per ogni task definito avremo una riga ed il colore dello sfondo indica lo stato del task secondo lo schema indicato nella seguente tabella.

Verde scuro	Il task sta eseguendo il programma associatoli
Verde chiaro	Il task è attivo
Giallo	Il task è in esecuzione
Rosso	C'è un problema (per esempio la sorgente DDE/OPC non è disponibile)
Grigio	Il task è inattivo
Bianco	Disabilitato

Tabella 5-1

Nella seconda parte della schermata di QWSchedule sono indicati i record inseriti automaticamente.

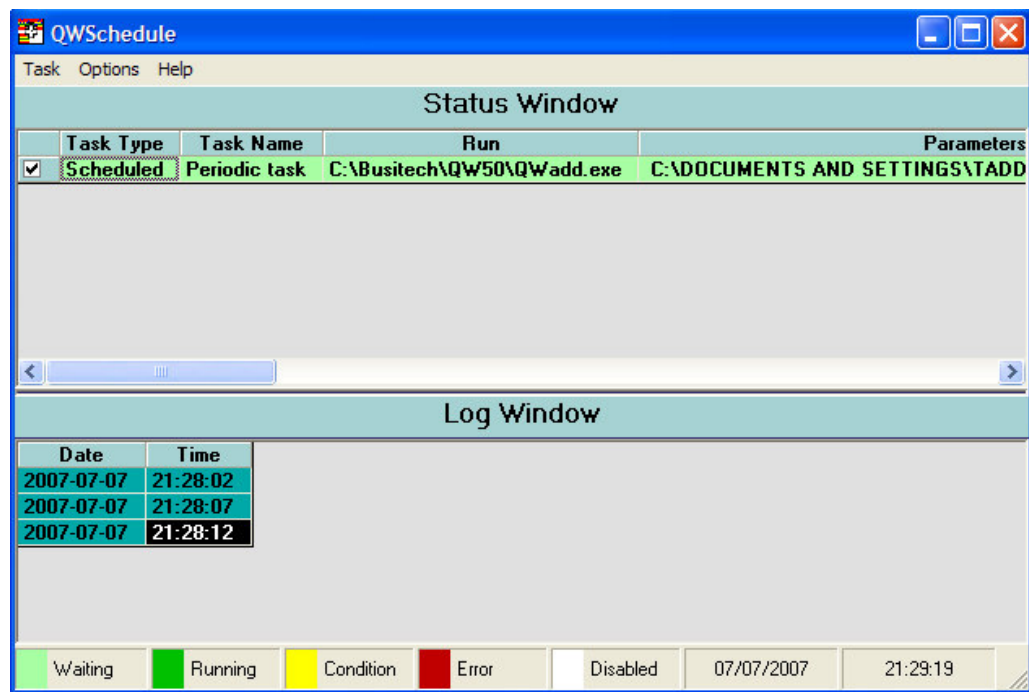


Figura 5-23

Quando il programma QWAdd viene eseguito avviene l'inserimento di un nuovo record per l'applicazione specificata. Per tutte le variabili per le quali è stato definito un file di input o una sorgente DDE.

Task event-driven

Come detto, ci sono due tipi di task basati su eventi. Il primo è basato su un valore trigger che, quando cambia, è in grado di farlo attivare. Il trigger potrebbe essere per esempio la variabile dichiarata in un PLC, piuttosto che il tagname di un'applicazione InTouch o una cella excel.

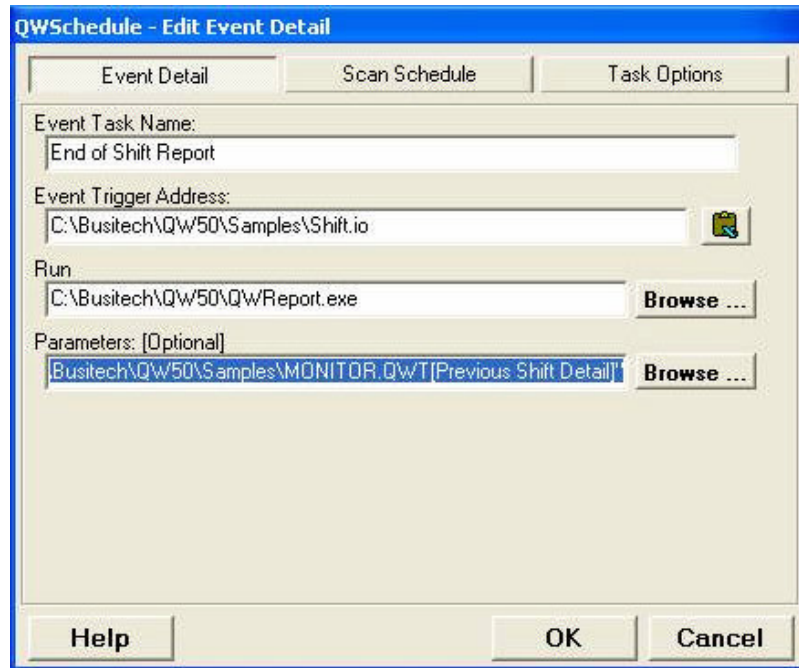


Figura 5-24

La figura 5.24 mostra il campo dove impostare il valore di trigger (event trigger address). In questo caso il cambiamento del valore di un file .IO attiva il task, il quale esegue l'applicazione QWReport, utile per creare automaticamente dei report utilizzando i dati contenuti in una vista di un'applicazione Qualità Windows. Per eseguire questa utility è sufficiente

```
QWREPORT ReportType "ApplicationName[ViewName]" OutputFileName
```

Dove ReportType può essere:

DISPLAY	che visualizza il report su video
PRINTER	che stampa il report sulla stampante predefinita
EXPORTMHT	che esporta il report in formato MHT ²⁶
EXPORTCSV	che esporta il report in formato CSV ²⁷
APPENDCSV	che appende il report ad un file CSV esistente

Il parametro *OutputFileName* indica l'eventuale file di destinazione

²⁶ Il formato MHT è visualizzabile con un qualunque internet browser.

²⁷ Il formato CSV è visualizzabile con Microsoft Excel.

Nel caso specifico, nel campo *parameters* è stato specificato il seguente codice:

```
PRINTER C:\Busitech\QW50\Samples\MONITOR.QWT[Previous Shift Detail]
```

Il report verrà costruito sulla base dei dati riportati nella vista (già definita nell'applicazione QW) "Previous Shift Detail" del file MONITOR.QWT. Inoltre avendo indicato come parametro PRINTER, il report non verrà visualizzato a video, ma direttamente inviato alla stampante di riferimento.

La seconda tipologia di Event-driven task è costituita dai downtime time. Basati anch'essi su un valore di trigger, in grado di far scattare un'azione predefinita, sono però molto più sofisticati dei precedenti. Quando il valore della variabile selezionata cambia, un timer viene avviato e fermato solo quando il valore della variabile di trigger non cambia nuovamente. Il tempo in minuti misurato dal timer viene memorizzato in una variabile di una applicazione QW specificata in fase di definizione del task. Questo tipo di task può essere molto utile per tracciare eventuali fermi di macchine e i tempi di downtime.

Nella figura 5.25 è riportata la schermata di impostazione di un downtime task.

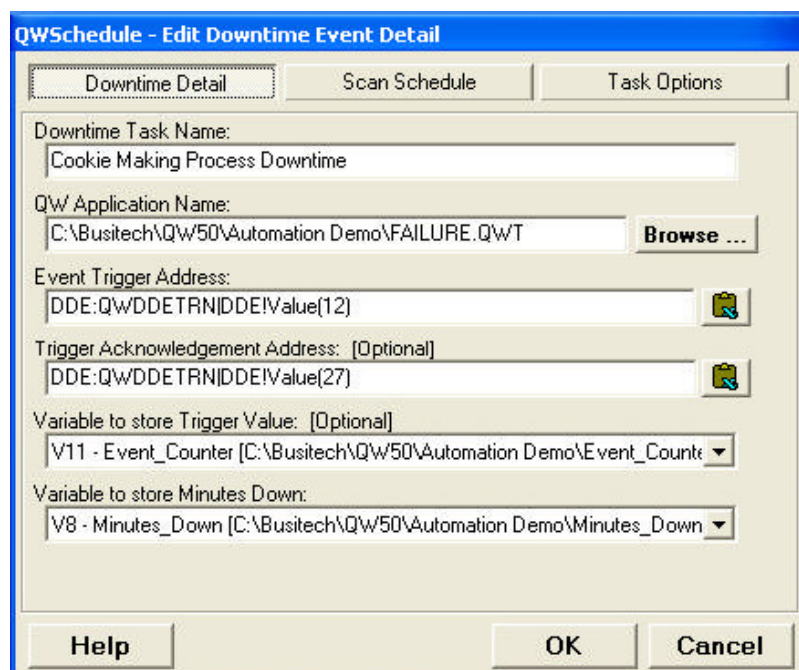


Figura 5-25

Il riferimento dell'evento trigger va specificato nel campo **Event Trigger Address**. Vi si può indicare una sorgente DDE/OPC, come una cella excel o una variabile di un PLC, come anche un file .IO.

La variabile nella quale va memorizzato il tempo misurato dal timer ed il file dell'applicazione QW a cui essa appartiene vanno indicati, rispettivamente, nei campi: **QW Application Name** e **Variable to store Minutes Down**.

Nel campo **Trigger Acknowledgement Address**, opzionale, è possibile specificare un indirizzo DDE o OPC dove memorizzare il valore dell'evento trigger, indicando in questo modo che QWSchedule ha completato l'elaborazione dell'evento di downtime. E', di fatto, una forma semplice ma efficace di handshake per mantenere una comunicazione fra un eventuale PLC e QWSchedule.

Nel campo **Variable to store Trigger Value**, anch'esso opzionale, si può specificare la variabile QW dove memorizzare il valore dell'evento trigger.

6 Process Control Strategy

La Process Control Strategy (Strategia di controllo del processo) consente di garantire la qualità del prodotto con il minimo sforzo possibile.

Senza PCS la stessa qualità sarebbe garantita solamente da un'analisi puntuale del prodotto finito per verificare che ogni singola materia prima sia presente nel prodotto finito nelle giuste quantità, il che sarebbe ingestibile dal punto di vista dell'effort. Senza contare che non per tutte le materie prime esistono metodi analitici in grado di analizzarne a posteriori la percentuale nel prodotto finito. In ogni caso, la maggior parte di queste analisi necessitano di tempi inaccettabili dal punto di vista della PtD. In alternativa sarebbe necessario impaccare e rilasciare il prodotto prima di aver ottenuto tutti i risultati, con ovvii rischi commerciali.

La PCS è invece una strategia operativa di tipo predittivo che mira a tenere sotto controllo le principali sorgenti di variabilità del sistema produttivo, chiamate anche *base system* (sistemi base) o *sigma*. Detto controllo avviene secondo tre livelli che definiscono tempi e modalità con cui essi vengono effettuati:

- Level 0: controlli da eseguire prima che una produzione sia avviata al fine di non mettere in produzione materiali e/o equipment non standard; controlli automatici impostati sui sistemi di controllo degli equipment per rigettare istantaneamente ogni fuori specifica in produzione.
- Level 1: controlli da effettuare giornalmente sui run di produzione avvenuti per identificare anomalie negli andamenti delle dette variabili di processo.
- Level 2: controlli da effettuare su base più ampia (settimanale/mensile) per identificare e risolvere problematiche croniche legate alle dette variabili o per identificare miglioramenti.

6.1 La PCS applicata al Making

L'indeterminatezza delle proprietà chimico/fisiche di un prodotto finito, nel reparto making, è influenzata da cinque diverse sorgenti di variabilità (sigma):

$$\sigma_{\text{Finished Product}} = \sigma_{\text{Raw Material}} + \sigma_{\text{Dosage}} + \sigma_{\text{Process Condition}} + \sigma_{\text{Reblend}} + \sigma_{\text{Analytical Methods}}$$

Ad ognuna di esse la PCS fa corrispondere un base-system che definisce le opportune strategie operative:

1. **raw material:** assicura che
 - non vengano messe in produzione materie prime non conformi alle specifiche P&G;
 - venga garantito il FIFO delle materie prime;
 - sia possibile effettuare la tracciabilità dei lotti di tutte la raw material utilizzate per la produzione di una qualunque bottiglia.

2. **addition systems:** garantisce che
 - i flussi delle materie prime dosate nel clp abbiano una variabilità controllata e all'interno dei limiti in formula;
 - l'attivo di ogni RM nella propria destinazione (intermedio o prodotto finito) rispetti i limiti indicati in FC secondo il controllo APC²⁸;
 - La qualità del prodotto finito non sia impattata dalle sequenze di startup (partenza) e shutdown (spegnimento) del clp.
3. **process condition:** garantisce che le condizioni di processo (temperatura degli stoccaggi e CV²⁹ delle pompe) siano in linea con quanto indicato nei Manufacturing standard.
4. **reblend:** indica il prodotto non in specifica che, qualora soddisfi particolari requisiti di qualità, può essere riutilizzato in produzione. Questo base-system si assicura che il processo di recupero del prodotto all'interno della produzione avvenga secondo le indicazioni nel MStd.
5. **analytical methods:** si assicura la completa riproducibilità dei dati analitici tramite controlli periodici della strumentazione e dei metodi.

Nelle figure 6.1 e 6.2 è riportata la PCS del making di Gattatico che indica, per tutti i base system, quali sono tutti i controlli da effettuare (what), dove effettuarli (where), come effettuarli (how), quando effettuarli (when), chi gli effettua (who) e cosa fare nel caso di fuori specifica (what if).

6.2 Controllo APC

L'APC (Active Process Control), in linea con i dettami della PCS, consente di garantire il rispetto degli attivi delle materie prime nella propria destinazione (intermedio o prodotto finito) secondo quanto indicato nella FC, senza ricorrere alle analisi di tutti i run di produzione. Ciò è possibile calcolando gli attivi delle materie prime in formula a partire dai Kg di materia prima dosati.

Il calcolo applicato è il seguente:

$$AttivoCalcolatoAPC = \frac{KgRM\ dosati}{KgTotaliclp} \bullet AttivitàRM$$

Ogni materia prima ha un target di attivo determinato dalla Formula Card. Confrontando il valore APC degli attivi con il loro target è possibile avere un immediato controllo della bontà della produzione.

²⁸ **APC - Active Process Control.** Per approfondimenti fare riferimento al paragrafo 6.2

²⁹ **CV - Current Value:** come spiegato al paragrafo 3.4, è il rapporto fra il numero di giri reali ed il numero di giri nominali dell'albero di una pompa, espresso in percentuale. Esso dà un'indicazione di quanto una pompa si sta sforzando per garantire il flusso richiesto. La sua tracciabilità consente di effettuare un controllo predittivo dello stato di funzionamento di una pompa. L'andamento di questa variabile permette di pianificare al meglio il periodo di manutenzione della pompa prima che si verifichi una rottura della stessa. Valori accettabili devono essere compresi fra il 10% ed il 90%, limiti entro i quali è, peraltro, rispettata una corretta regolazione dei flussi secondo la logica PID.

Questo tipo di verifica si rende necessario nel caso di analisi di attivi di materie prime nel proprio prodotto finito che richiedono tempistiche non in linea con quelle necessarie per il PtD.

Esso è peraltro indispensabile per tenere sotto controllo quelle raw material per le quali non si abbiano gli strumenti necessari per effettuarne le misure dell'attivo attraverso appropriate analisi di laboratorio.

		Level 0					
Sigma	Purpose	What	Where	How	When	Who	What if
Raw Materials	All raw materials are in spec	Seals check	Seals on the trucks	Check it: - all theseals are present - if the number on the seal is the same than in the haulier documentation - availability of the CoA - all COI RMs are in target	Every unloading	Lab analyst	Advise MMO Put on hold the truck
		CoA check	CoA		Every unloading	Lab analyst	Advise MPO Put on hold the truck
		Validated COI RM analysis in target	Samples of raw material from the truck	Analysis in the Lab according to RMs Ems	Every unloading	Lab analyst	Repeat the analysis Check list for analytical investigation Put on hold the truck
		ID Check	Samples of raw material from the truck	Check if odour and appearance of bthe samples from truck is the same than the one stored for teh comparison	Every unloading	Lab analyst	Advise MMO Put on hold the truck
Addition System	Dose the right amount of raw material in the finished product	Set the right formula	Production PC with Intouch interface	Reading formula card values and inputing them in Intouch	For each new change of formula card	Lab analyst/MPO	Contact software house
		Alarms on Intouch	Production PC with Intouch interface	Pop up to indicate that there is a new alarm	For each deviation from target	Operator	Make troubleshooting Advise Process Technician
		Flow rates in target	Production PC with Intouch interface	Checking in the Flow pages if the current value is in line with target	During the production run	Operator	Make troubleshooting Advise Process Technician
Process Conditions/ Homogeneization systems	Have the right process conditions to "create" finished product	Process conditions parameters (T, pressure, etc...) automatic check	Production PC with Intouch interface	Having green/red colour to indicate whether you are or not in spec	Always, in automatic	Operator	Stop production Advise MPO/Lab Analyst/Process Technician
		Mixing indicators check	Production PC with Intouch interface	Having green/red colour to indicate whether you are or not in spec	Always, in automatic	Operator	Stop production Advise MPO/Lab Analyst/Process Technician
		Alarms on Intouch	Production PC with Intouch interface	Pop up to indicate that there is a new alarm	For each deviation from target	Operator	Make troubleshooting Advise Process Technician
Analytical Methods	Get the right analytical value in the finished product	Reagents not expired	In the Lab	Looking at the expiring date on the reagents' label	Daily in the morning	Lab analyst	Substitute the reagent
		Software running	On the equipments Lab	Switching on the instrument	Daily in the morning	Lab analyst	Discuss in the daily Lab production meeting
		Support material availability check	In the Lab	Looking the material availability	Daily in the morning	Lab analyst	Discuss in the daily Lab production meeting
		CIC	On the equipments Lab		Daily in the morning	Lab analyst	Solve the defects found Advise Q owner in case of major defects
Reblend/Changeover	Use the right type and amount of reblend in the finished product	Check right percentage of reblend	QW	Tracking reblend	For each reblend operation	Operator	Adjust the quantity to be reblended in order to be in target
		Cubitainer analysis before reblend	QW	Analyzing cubitainer according to the MS	When new cubitainers arrive in Making	Lab analyst	Make the reblend scrap if oos

Figura 6-1

Sigma	Purpose	Level 1						Level 2
		What	Where	How	When	Who	What if	Level 2
Raw Materials	All raw materials are in spec	Temperature check on Intouch	Production PC	Visual: the T must be in the specified limits. Colours will facilitate the detection	Daily before starting production	Operator	Don't start with production Advise Process Technician	Trend analysis vs CoA and feedback to supplier
		Daily analysis on FP	Lab	Following the indications on EM	Daily after having picked up bottles from Packing	Lab analyst	Make investigation Block production	CoA compliance (availability and completeness)
		APC checks	QW	Checking if there are white numbers for APC calculations	Every hour of production	Operator	See OPL	Cr and Tz for Q factor for CQI in RMS
		Real RM activity in Intouch	Production PC	Setting real raw material activity on production screen	After each new raw material delivery	Lab analyst	-	Monthly Level 2 report
		FFO	On the ground	Using FFO file Moving new cubitainers back	During unloading operations	Lab analyst/Operator	Discuss in Daily Production meeting and Lab production meeting	Supplier class validation
		Raw material Level 0 compliance discussion	Daily Lab production meeting	Tracking data of the day before	Daily in the morning	Lab analyst	Feed forward to detect Quality of the finished product Identify themes for Level 2	Compliance with Man Std check
		Lot tracking	Production PC	File in L:NT (see OPL)	At any raw material retil	Operator		
Addition System	Dose the right amount of raw material in the finished product	Corrections on Formula Card	Production pc	Inputting the correction on production page for the raw material	When compliance or defects for that raw material must be back in control	Lab analyst	Quality of the finished product Identify themes for Level 2	Flow meter calibration
		Addition system Level 0 compliance	Daily Making production meeting	Tracking data of the day before	Daily in the morning	Operator	Feed forward to detect Quality of the finished product Identify themes for Level 2	Cr and Tz for critical RMs flow rates
		CIL definition and completion	On dosing equipments	Printing the Month Calendar Going on the ground and following the check list	According to the frequencies in CIL	Operator	Feed forward to detect Quality of the finished product Identify themes for Level 2	Initiatives: validation of new addition systems
		Planned Maintenance definition and completion	On dosing equipments SAP PM	Defining Time based maintenance	Weekly in Hoshin meeting	Process Technician	Quality of the finished product Identify themes for Level 2	RMs Inventory, IRA, L&D, Reconciliation
		APC checks	QW	Checking if there are white numbers for APC calculations	Every hour of production	Operator	See OPL	Monthly Level 2 report
		Pumps CV check	QW	Looking value of CV for each pump on production page	Every hour of production	Operator	If CV>80% or CV<20% reduce flow rate according to MS Advise Process Technician	Formula Card system management
		Daily analysis on FP	Lab	Following the indications on EM	Daily after having picked up bottles from Packing	Lab analyst	Make investigation Block production	Pumps CV - monthly
								Intouch configuration to set alarms Start Up/Shutdown validation
Process Conditions/ Homogenization systems	Have the right process conditions to "create" finished product	Process Conditions Level 0 compliance	Daily Making production meeting	Tracking data of the day before	Daily in the morning	Operator	Feed forward to detect Quality of the finished product Identify themes for Level 2	Cr and Tz for Q factor from QEC
		CIL definition and completion	On dosing equipments	Printing the Month Calendar Going on the ground and following the check list	According to the frequencies in CIL	Operator	Feed forward to detect Quality of the finished product Identify themes for Level 2	Flow meter calibration
		Daily analysis on FP	Lab	Following the indications on EM	Daily after having picked up bottles from Packing	Lab analyst	Make investigation Block production	Pumps CV
		Pumps CV check	QW	Looking value of CV for each pump on production page	Every hour of production	Operator	If CV>80% or CV<20% reduce flow rate according to MS Advise Process Technician	CQV
		Planned Maintenance definition and completion	On dosing equipments SAP PM	Defining Time based maintenance	Weekly in Hoshin meeting	Process Technician	Feed forward to detect Quality of the finished product Identify themes for Level 2	New Man Std: check with check list
								Q factor in QEC Monthly Level 2 report
Analytical Methods	Get the right analytical value in the finished product	Check samples	Check sample Standard in the Lab	Analyzing it Report data in the Control Strategy file	Daily when scheduled	Lab analyst	Advise Lead Lab Leader	Odour panel system
		PR	Lab on finished product bottles	Analyzing bottle	Daily when scheduled	Lab analyst	Advise Lead Lab Leader	Analytical methods training
		FFO for Lab reagents	Reagents' cabinet	See SOP 21-8	Daily	Lab analyst	Advise Q owner	Analytical Reports
		Analytical Method Level 0 compliance	Daily Lab production meeting	Tracking data of the day before	Daily in the morning	Lab analyst	Feed forward to detect Quality of the finished product Identify themes for Level 2	COOP
								IQ/OQ/PG
								Standardization Method Control Strategy
								Lab audits Monthly Level 2 report QMS Scorecard PQM data
Reblend/Changeover	Use the right type and amount of reblend in the finished product	Reblend/Changeover Level 0 compliance	Daily Making production meeting	Tracking data of the day before	Daily in the morning	Operator	Feed forward to detect Quality of the finished product	Right start up/shut down sequence in FC/Man Std
								Validation to extend reblend %
								Extend Operating Window
								C/O validation
								Reblend source stratification Monthly Level 2 report

Figura 6-2

7 Ottimizzazione dei sistemi informatici nella

PCS di Making.

7.1 Obiettivi del miglioramento

Da un assessment fatto in data Dicembre 2006 sui cinque base system di making sono emerse delle significative opportunità di miglioramento nella gestione, e conseguentemente, dei risultati nelle seguenti aree:

- Addition systems
- Raw material
- Process condition

Gli altri due base system richiedevano comunque lievi miglioramenti.

Detto assessment è stato utile per capire in dettaglio il punto di partenza del lavoro di stage e a definire gli obiettivi da raggiungere con i miglioramenti da effettuare. Questi miglioramenti, in linea con la strategia di PCS sarebbero dovuti essere implementati in modo da garantire una sostenibilità degli stessi con un minimo sforzo di apprendimento e gestione, integrando le attività di pcs nei normali compiti del personale making. Non ci si aspettava quindi alcun incremento di personale making per la gestione della PCS.

A tal fine è stato più che evidente che delle soluzioni informatiche semplici e potenti, da integrare nella corrente struttura informatica del making, avrebbero potuto rispondere a tali esigenze. In particolare, per ognuno dei tre base system si riporta lo stato a Dicembre 2006 e gli obiettivi da raggiungere:

a. raw material

- situazione originale:

- Non era presente alcun strumento per garantire il rispetto della politica FIFO delle materie prime countable.
- Non era presente alcun sistema per la rintracciabilità dei lotti.
- Non c'era un sistema per l'acquisizione automatica dell'attività della materia prima nel relativo stoccaggio all'interno del software di produzione.
- Non esistevano limitazioni ai valori delle attività inputati in InTouch.

- visione:

- Avere in ogni file di produzione in Quality Window la possibilità di identificare i lotti di ogni singola raw material (continue e discrete).
- Realizzare uno strumento informatico per l'implementazione del FIFO sulle raw material discrete che interfacciasse:
 - a. con il Quality Window per l'identificazione del lotto in uso

- b. con InTouch per la trasmissione dell'informazione legata all'attività della raw material in uso.
 - Implementare in InTouch un sistema di controllo sui valori inputati.
- b. **Addition systems**
 - **situazione originale:**
 - Non esisteva alcun controllo degli andamenti dei flussi delle materie prime nel clp.
 - Le sequenze di startup e shutdown non erano validate e quindi potevano avere impatto sulla qualità del prodotto finito.
 - Non era implementato il controllo APC.
 - Non esistevano, in Intouch, limitazioni sui valori che potevano assumere:
 - a. la portata del clp;
 - b. i fattori di correzione sui dosaggi delle raw material.
 - **visione:**
 - Definire ed implementare le condizioni di stop dell'impianto legate allo stato dei sistemi di dosaggio (level 0).
 - Definire ed implementare le funzionalità statistiche (Cr, Tz) sui flussi in Intouch (level 2)³⁰.
 - Definire le modifiche informatiche del software di produzioni nell'ottica di poter validare le sequenze di startup e shutdown di tutti i clp.
 - Implementare in Quality Window il controllo APC su tutte le materie prime a partire dai dati di produzione come indicati dai rapportini di produzione delle relative unità.
- c. **Process Condition:**
 - **situazione originale:**
 - Non esisteva alcun controllo statistico (level 2) delle variabili di processo (temperature e CV).
 - **visione:**
 - Implementare in Intouch funzionalità statistiche di controllo: targetZ, Cr, e difettosità sugli andamenti delle temperature e dei CV delle pompe.

³⁰ Per approfondimenti fare riferimento al paragrafo 5.2

7.2 Miglioramenti in Intouch

In questo paragrafo saranno presentate le modifiche apportate al software di produzione realizzato in InTouch, per poter implementare alcuni dei controlli previsti dalla PCS.

Alcuni di questi interventi hanno comportato anche delle modifiche nei programmi dei plc.

7.2.1 Controllo dei flussi

Le principali sorgenti di variabilità negli impianti di produzione basati sul modello a clp sono i sistemi di addizione. Il primo punto su cui si è concentrato il lavoro di tesi è stato, dunque, sviluppare un sistema semplice ed efficace per monitorare gli andamenti dei flussi delle singole raw material.

Per ogni ingrediente, il dosaggio avviene regolando il numero di giri della corrispondente pompa (ovvero il valore del suo CV), in modo che il flusso reale, Present Value – PV –, insegua il suo riferimento, Set Point – SP –, calcolato moltiplicando le parti per la portata impostata del clp.

La PCS impone vincoli stringenti sui dosaggi degli ingredienti: l'impianto deve fermarsi qualora per un qualunque flusso si realizzi una delle due condizioni:

- il valore del PV superi, in modulo, il 10% del SP, per più di 30 secondi;
- il valore del PV superi, in modulo, il 12% del SP, per più di 10 secondi.

In realtà, nei software di produzione era già previsto un controllo sui flussi, ma non era possibile definire delle percentuali precise né le condizioni temporali sopra descritte. Era solo possibile inputare manualmente dei valori assoluti per limiti Low, Low-Low, High e High-High. L'operatore doveva ricordarsi di calcolarli e regolarli, all'inizio di ogni run di produzione, considerando il SP di ogni ingrediente e la portata dell'intero clp. Esistevano inoltre due problematiche legate:

1. alle sequenze di start-up
i limiti andavano impostati solo quando il clp era a regime, per evitare che il clp si fermasse a causa del transitorio iniziale;
2. alla portata del clp
ogni volta che si modificava la portata del clp, ogni limite andava ricalcolato e regolato.

Per risolvere queste problematiche sono state apportate delle modifiche al software InTouch ed al plc, in maniera tale che il sistema calcolasse ed impostasse, automaticamente, ogni limite di ogni ingrediente rispetto al suo Set Point.

In questo modo, qualunque sia la portata del clp e la formula impostata, il sistema risulta sempre protetto da eventuali deviazioni dei dosaggi dai target, senza l'intervento manuale dell'operatore.

Per superare le problematiche dovute al transitorio dello startup, si è deciso di disattivare il controllo dei flussi durante una prima fase, per un intervallo di tempo impostabile.

Chiaramente tutti questi parametri vengono impostati in InTouch, ma tutti i controlli di flusso vengono eseguiti in tempo reale dal plc, utilizzando, sostanzialmente, istruzioni *compare* (CMP) e Timer. In questo modo, anche qualora il pc di produzione venisse spento, la produzione sarebbe comunque sovrintesa dal plc.

In figura 7.1 è visualizzata la pagina realizzata in InTouch dove l'operatore può impostare questi parametri.

CONFIGURAZIONE LIMITI ALLARME FLUSSO & TEMPI ARRESTO INGREDIENTI CLP		
INGREDIENTE	: ACQUA OSMOSI	
PERCENTUALE PER CALCOLO LIMITI FLUSSO LO & HI	:	5.00 %
PERCENTUALE PER CALCOLO LIMITI FLUSSO LOLO & HIHI	:	10.00 %
TEMPO FILTRO ALLARME LOLO	:	30 s
TEMPO FILTRO ALLARME LO	:	60 s
TEMPO FILTRO ALLARME HI	:	60 s
TEMPO FILTRO ALLARME HIHI	:	30 s
TEMPO BY-PASS ALLARMI FLUSSO DOPO UN SCAMBIO MANUALE DA SETPOINT	:	30 s

Esci

Figura 7-1

7.2.2 Controllo sui valori inputati in InTouch

Diversi sono i parametri inseriti dall'operatore nel sistema InTouch, fra questi i fattori di correzione sulle parti di ogni ingrediente, i valori delle attività, quello della portata del clp e il numero di Kg a cui scaricare il rapportino indicante tutti i dosaggi nell'ultima frazione del run di produzione.

Essendo questi parametri estremamente critici che possono influenzare la qualità della produzione o inficiare i normali controlli di qualità, la PCS prevede che sia possibile definire in InTouch, in una pagina protetta dalla password amministratore, i limiti massimi e minimi per ognuno di questi parametri, come indicato in figura 7.2.

Nel caso in cui si provi ad inserire un valore esterno al corrispondente range definito, il sistema lo ignora, riducendo così i rischi di errore da parte dell'operatore.

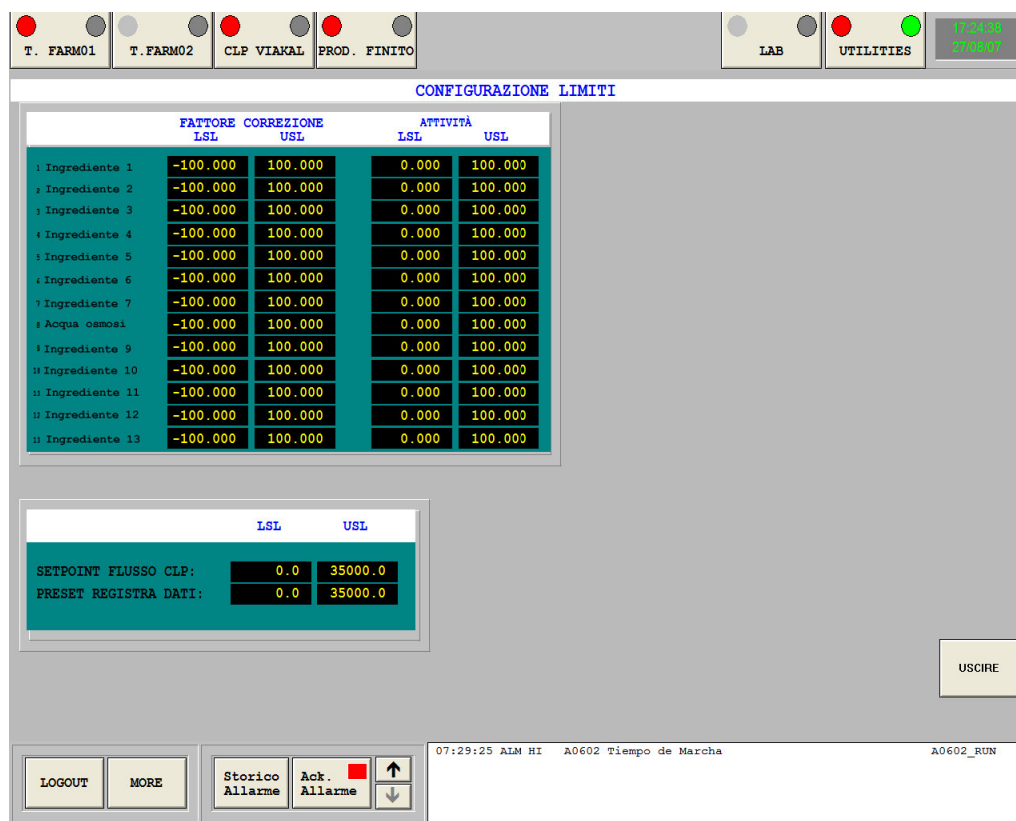


Figura 7-2

7.2.3 Controlli statistici

Per avere pienamente sotto controllo un sistema è fondamentale la disponibilità di informazioni statistiche. Necessarie per supportare decisioni ed azioni tipiche dei livelli 1 e 2 della PCS, esse sono impiegate per lo studio dei trend di tre differenti classi di variabili:

- Flussi di dosaggio delle raw material
- Cv delle pompe
- Temperature degli stoccaggi

Le informazioni statistiche richieste sono:

- Valore minimo
- Valore massimo
- Valore medio
- Standard deviation
- Cr
- Tz – Target Z³¹
- OSppm - difettosità osservata

³¹ Maggiori dettagli sulle misure di Cr e Tz sono riportati nel paragrafo 5.2

Per la realizzazione di queste funzionalità sono state sviluppate in InTouch tre differenti tipologie di pagine, una per ogni categoria di trend da studiare.

La struttura di riferimento è quella mostrata in figura 7.3. Selezionando l'intervallo temporale di visualizzazione del trend nell'area grafica si definisce l'insieme dei punti su cui effettuare i calcoli statistici sopra descritti. Attraverso i pulsanti sulla sinistra dello schermo è possibile selezionare il particolare ingrediente su cui effettuare i calcoli statistici

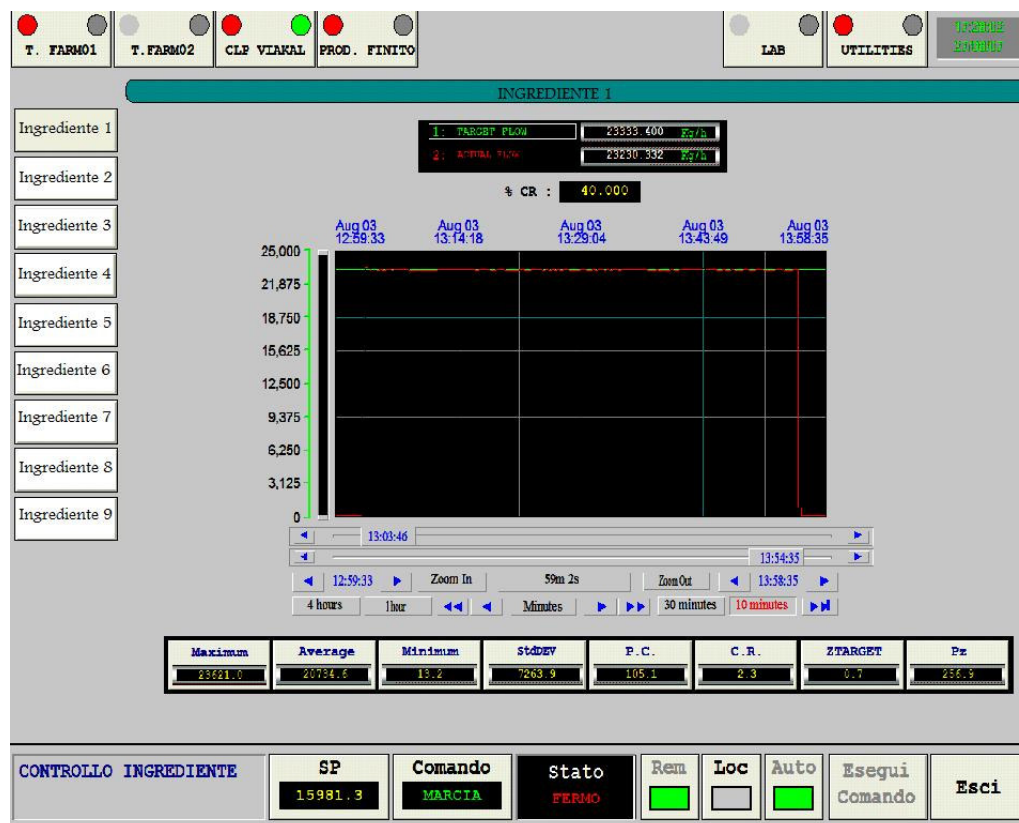


Figura 7-3

7.2.4 Startup – Shutdown

Le fasi di avvio e spegnimento di un impianto basato sul modello a clp sono estremamente critiche, durante questi intervalli non vi alcuna garanzia che il dosaggio delle raw material avvenga nelle corrette proporzioni. I motivi di questo sbilanciamento delle masse sono essenzialmente due:

1. non tutti i flussi raggiungono il loro Set Point nello stesso tempo o seguendo le stesso trend. Le cause principali sono da ricercare nelle diversità che possono sussistere fra gli equipment di addizione:
 - differenti modelli di pompe e valvole
 - gradi di usura non omogenei
 - diversi Cv di partenza delle pompe

- diverso settaggio dei parametri P-I-D nel controllo in retroazione dei singoli flussi
 - differenti tempi di switching da modalità manuale ad automatica.³²
2. le procedure operative del Manufacturing Standard possono richiedere particolari sequenze di avvio o interruzione dei flussi. Esse sono necessarie per garantire la pulizia delle tubazioni per esigenze di natura:
- *chimico-fisica*, per rimuovere qualunque prodotto che possa solidificare nel clp o danneggiarlo
 - *microbiologiche*, per eliminare i rischi di eventuali contaminazioni batteriche facendo precedere o seguire il dosaggio delle materie prima da ingredienti sterilizzanti.

E' chiaro che il prodotto realizzato in questi stadi non è in specifica e non idoneo ad essere rilasciato. In questi casi i requirement della qualità prevedono che questa prima parte di produzione venga deviata verso stoccaggi dedicati al reblend oppure che il prodotto non venga rilasciato finché gli attivi di ogni singolo ingrediente nel contenuto nello stoccaggio di destinazione non risultino entro i limiti previsti in formula card.

La prima parte del lavoro svolto è stata quella di studiare, per ogni clp e per ogni formula, le dette sequenze, calcolare il run minimo di produzione (in termini di volume e di tempo) necessario per ammortizzarne gli scompensi dovuti allo start/stop dell'impianto ed identificarne i corretti settaggi per limitarne gli effetti.

Durante questa indagine è emerso anche che alcuni software di gestione non offrivano la possibilità di intervenire su tutti i parametri in grado di regolare i dosaggi in queste fasi. L'unica possibilità era intervenire direttamente nel PLC per modificare le variabili interessate. La difficoltà, e soprattutto i rischi che operazioni del genere possono comportare, rendevano ingestibili e fuori da ogni controllo questi stadi. La parte finale di questo studio è stata, quindi, quella di modificare le pagine di setup dei sistema InTouch di ogni pc di produzione per offrire all'operatore la possibilità di modificare questi parametri, senza dover intervenire direttamente nel codice del controllore.

Per definire i run minimi è stato necessario identificare le deviazioni del dosaggio di ogni raw material rispetto al target nell'intervallo di tempo necessario a far stabilizzare tutti flussi attorno al loro Set Point. La definizione di questo intervallo è stata possibile osservando tutti i trend dei flussi coinvolti e considerando l'istante in cui l'ultimo ha raggiunto stabilmente il target. In questo istante sono stati registrati gli accumuli di tutti gli ingredienti. Per ognuno di essi, considerando i limiti massimi e minimi degli attivi indicati in formula card, è stato calcolato il quantitativo di prodotto finito in specifica da produrre per garantire che questi rientrassero nei loro range di accettazione. Il massimo fra questi valori sommato al dosaggio effettuato durante la sequenza di start-up indica il volume minimo di un qualunque run di produzione affinché essa sia in qualità.

³² Per approfondimenti sulle modalità di funzionamento di una pompa fare riferimento al paragrafo 3.4: *Pagine clp/Batch*

Il calcolo della produzione minima necessaria per recuperare gli squilibri iniziali si basa sul semplice concetto che la somma del dosaggio iniziale (caratterizzato da un attivo di start-up) e del valore minimo di produzione post start-up (caratterizzato dall'attivo indicato in Formula Card) deve presentare un attivo limite che rientri nel range di accettazione indicato in Formula Card. E' chiaro che, se nella fase di start-up un ingrediente presenta un attivo inferiore al minimo consentito, allora l'obiettivo della correzione deve essere il limite inferiore, viceversa, se l'attivo iniziale è maggiore del limite superiore, allora è necessario produrre sufficiente prodotto in specifica³³ per "diluire" l'ingrediente sovradosato nella fase di avvio e ridurre il suo attivo finché non è inferiore al limite massimo consentito.

$$\begin{aligned} Accumulo_{start-up} \cdot Attivo_{start-up} + Accumulo_{post_start-up} \cdot Attivo_{post_start-up} = \\ = (Accumulo_{start-up} + Accumulo_{post_start-up}) \cdot Attivo_{limite} \end{aligned}$$

con:

$$Attivo_{post_start-up} = Attivo_{Formula_Card}$$

e

$$Attivo_{start-up} = \frac{Kg_{start-up}}{Kg_{totali}} \cdot Attività_{reale}$$

quindi, per ogni ingrediente si ha che:

$$Accumulo_{post_start-up} = \frac{Accumulo_{start-up} \cdot (Attivo_{limite} - Attivo_{start-up})}{Attivo_{Formula_Card} - Attivo_{limite}}$$

Un discorso analogo vale per la fase di spegnimento del clp, il calcolo viene effettuato a partire dai Kg dosati dal momento in cui si ferma il clp a quello in cui l'ultimo ingrediente viene dosato.

Nelle figure 7.4 e 7.5 sono indicate le strutture di calcolo realizzate in excel per determinare il numero di Kg necessari per avere un prodotto in specifica sia per lo start-up che per lo shutdown.

³³ Successivamente alla fase di start-up ogni flusso raggiunge il suo Set Point: nella produzione successiva ogni ingrediente sarà caratterizzato dall'attivo indicato in Formula Card.

Ingrediente	Kg dosati	% attivo reale	Attivo teorico da FC			Attività reale
			LSU	TARGET	USL	
Ingrediente 1	421	54,6753	48,5981	53,271	57,9439	100
Ingrediente 2	66	6,4483	7,29	8,1	8,91	75,23
Ingrediente 3	15	1,6642	1,458	1,62	1,782	85,43
Ingrediente 4	17	2,2078	1,98	2,2	2,42	100
Ingrediente 5	2	0,2597	0,2115	0,235	0,2585	100
Ingrediente 6	1	0,1299	0,144	0,16	0,176	100
Ingrediente 7	1	0,0286	0,0225	0,025	0,0275	22
Ingrediente 8	245	31,8182	27,8883	30,987	34,0857	100
Ingrediente 9	2	0,1534	0,171	0,19	0,209	59,05
Totale calcolato	770					

Ingrediente	Kg	Start up	Produzione minima post start up		Target	
		Attivo Ingrediente	Kg	Attivo Ingrediente	Totale Kg	Attivo limite nei kg totali
Ingrediente 1	770	54,6753	Già in spec	53,271	Già in spec	53,271
Ingrediente 2	770	6,4483	800,1481	8,1	1570,1481	7,29
Ingrediente 3	770	1,6642	Già in spec	1,62	Già in spec	1,62
Ingrediente 4	770	2,2078	Già in spec	2,2	Già in spec	2,2
Ingrediente 5	770	0,2597	40,6383	0,235	810,6383	0,2585
Ingrediente 6	770	0,1299	680,0000	0,16	1450,0000	0,144
Ingrediente 7	770	0,0286	330,0000	0,025	1100,0000	0,0275
Ingrediente 8	770	31,8182	Già in spec	30,987	Già in spec	30,987
Ingrediente 9	770	0,1534	714,2105	0,19	1484,2105	0,171

Kg minimi da produrre stimati a 1' 30" 1570,15

Figura 7-4

	Kg dosati all'istante di stop	Kg dosati ad impianto fermo	Differenza	Attivo rispetto allo scarto	LSU	TARGET	USL	Attività reale
Ingrediente 1	1353	1445	92	82,8828	48,5981	53,271	57,9439	100
Ingrediente 2	254	268	14	9,48847	7,29	8,1	8,91	75,23
Ingrediente 3	48	50	2	1,53928	1,458	1,62	1,782	85,43
Ingrediente 4	55	58	3	2,70279	1,98	2,2	2,42	100
Ingrediente 5	6	6	0	0,00000	0,2115	0,235	0,2585	100
Ingrediente 6	4	4	0	0,00000	0,144	0,16	0,176	100
Ingrediente 7	3	3	0	0,00000	0,0225	0,025	0,0275	22
Ingrediente 8	788	827	39	35,13514	27,8883	30,987	34,0857	100
Ingrediente 9	7	8	1	0,53198	0,171	0,19	0,209	59,05
Totale	1720	2669	111					

Ingrediente	Kg dosati	Shutdown	Produzione minima pre stop		Target	
		Attivo Ingrediente	Kg necessari	Attivo FC	Totale Kg	Attivo limite
Ingrediente 1	111	82,8829	592,4002	53,271	703,4002	57,9439
Ingrediente 2	111	9,4885	79,2716	8,1	190,2716	8,91
Ingrediente 3	111	1,5393	Già in spec	1,62	Già in spec	1,62
Ingrediente 4	111	2,7027	142,6364	2,2	253,6364	2,42
Ingrediente 5	111	0,0000	999,0000	0,235	1110,0000	0,2115
Ingrediente 6	111	0,0000	999,0000	0,16	1110,0000	0,144
Ingrediente 7	111	0,0000	999,0000	0,025	1110,0000	0,0225
Ingrediente 8	111	35,1351	37,5923	30,987	148,5923	34,0857
Ingrediente 9	111	0,5320	1886,8947	0,19	1997,8947	0,209

Valore Minimo di prodotto in spec prima di fermare la produzione* 1886,8947

Figura 7-5

Dividendo i Kg di produzione necessaria ad ammortizzare le sequenze di start/stop per la portata del clp è possibile calcolare la durata minima di un run di produzione per avere la garanzia di un prodotto in specifica.

Dall'analisi fatta è emerso che per alcuni clp mancava la possibilità di regolare:

1. il CV iniziale

2. le sequenze ed i tempi di addizione dei singoli ingredienti
3. le sequenze ed i tempi di stop

e su questi aspetti si sono sviluppate le modifiche effettuate sul software InTouch.

Per il primo punto si è implementato un sistema composto da meccanismo:

1. automatico: per far partire una pompa con l'ultimo CV che la caratterizzava allo precedente spegnimento del clp
2. manuale: per impostare il CV con cui una pompa inizia a dosare

Per il secondo ed il terzo punto sono state sviluppate in InTouch delle pagine di setup dove definire le sequenze di start-up e shutdown.

In figura 7.6 è mostrata la pagina di setup realizzata.

● T. FARM01

● T. FARM02

● CLP VIAKAL

● PROD. FINITO

● LAB

● UTILITIES

173938
270807

CONFIGURAZIONE INGREDIENTI CLP VIAKAL

INGREDIENTE	CONFIGURAZIONE PARTENZA CLP VIAKAL				CARATTERISTICHE FLOWMETERS				
	TEMPO PASSO PID A AUTO	TEMPO FLUSSO STABILE	TEMPI RITARDO PARTENZA	CV INIZIO DOSAGGIO	LIMITE SETPOINTS		TAG	CARATTERISTICHE FLOWMETERS	
					MASSIMO	MINIMO		MASSIMO	MINIMO
Ingrediente 1	20 sec	120 sec	1 sec	76.32 %	25000	0	FT10	25000	0
Ingrediente 2	20 sec	120 sec	3 sec	45.72 %	11400	0	FT20	11400	0
Ingrediente 3	20 sec	120 sec	3 sec	60.38 %	1000	0	FT1600	1000	0
Ingrediente 4	30 sec	120 sec	3 sec	81.76 %	1000	0	FT40	1000	0
Ingrediente 5	30 sec	120 sec	3 sec	19.51 %	100	0	FT50	100	0
Ingrediente 6	30 sec	120 sec	3 sec	68.54 %	100	0	FT60	100	0
Ingrediente 7	30 sec	120 sec	3 sec	18.55 %	210	0	FT80	210	0
Ingrediente 8	7 sec	120 sec	3 sec	51.33 %	15000	0	FT14	15000	0
Ingrediente 9	30 sec	120 sec	3 sec	60.30 %	625	0	FT140	625	0
Ingrediente 10	40 sec	300 sec	3 sec	48.79 %	150	0	FT150	150	0
Ingrediente 11	30 sec	120 sec	3 sec	30.30 %	100	0	FT1800	100	0
Ingrediente 12	30 sec	120 sec	3 sec	0.30 %	85	0	FT510	85	0
Ingrediente 13	30 sec	120 sec	3 sec	0.30 %	55	0	FT610	55	0

TEMPO RITARDO ARRESTO ACQUA : 8 sec

MENU CONTROLLO
CLP VIAKAL

LOGOUT

MORE

Storico
Allarme

Ack.
Allarme

■
↑
↓

07:29:25 ALM LOLO Flusso Dosaggio ACIDO FORMICO
FT30_AI01

16:53:23 ALM DISC STOP CLP - KGUM: Altissimo Flusso
VKL_Clp01_F01

Figura 7-6

7.2.5 *Acquisizione automatica dei parametri nella pagina lab*

Come già spiegato nel paragrafo 3.4, ogni software di produzione InTouch ha una pagina “Lab” dove impostare i parametri chimico-fisici di ogni singolo ingrediente. Fra gli altri, estremamente importante è quello dell’attività, necessario per calcolare i corretti Set Point dei dosaggi di ogni ingrediente.

Inizialmente questi valori venivano inputati manualmente dagli operatori, su indicazione degli analisti. Questa procedura era, però, esposta ad alcuni rischi:

- L’analista poteva passare all’operatore un valore non corretto
- L’operatore poteva dimenticare di inputarli in InTouch
- L’operatore poteva inserire un valore incorretto³⁴.

Per minimizzare i rischi causati dai vari passaggi dell’informazione è stato implementata una funzionalità per l’acquisizione automatica di questi parametri alla pressione di un opportuno tasto nella pagina Lab.

I dati vengono acquisiti dalla corrispondenti applicazioni in Quality Window:

- dai file di scarico, per le raw material *uncountable*
- dai file di ripristino per le raw material *countable*.³⁵

Per ogni ingrediente, l’operatore con password di livello 6000 può impostare, nella pagina lab, il percorso ed il nome del file .IO, generato dall’applicazione QW, contenente i vari parametri sopra descritti.

Alla pressione del bottone “Load QW”, il sistema legge i file indicati ed ne associa il valore numerico contenuto ai corrispondenti tagname. L’inserimento manuale è comunque consentito.

Nei casi in cui:

- non è stato inserito il nome file
- il file indicato non esiste
- il file non ha valori numerici
- il valore contenuto nel file è fuori dai limiti consentiti

il sistema restituisce un codice d’errore come indicato nella figura 7.7.

³⁴ Per ridurre il rischio di inputare un parametro non corretto è stato sviluppato un controllo basato sulla definizione di due limiti (superiore ed inferiore) per ogni possibile valore, compreso quello dell’attività. Per ulteriori informazioni fare riferimento al paragrafo 7.2.2

³⁵ Per informazioni sui file QW dei ripristini delle raw material, fare riferimento al paragrafo 7.3

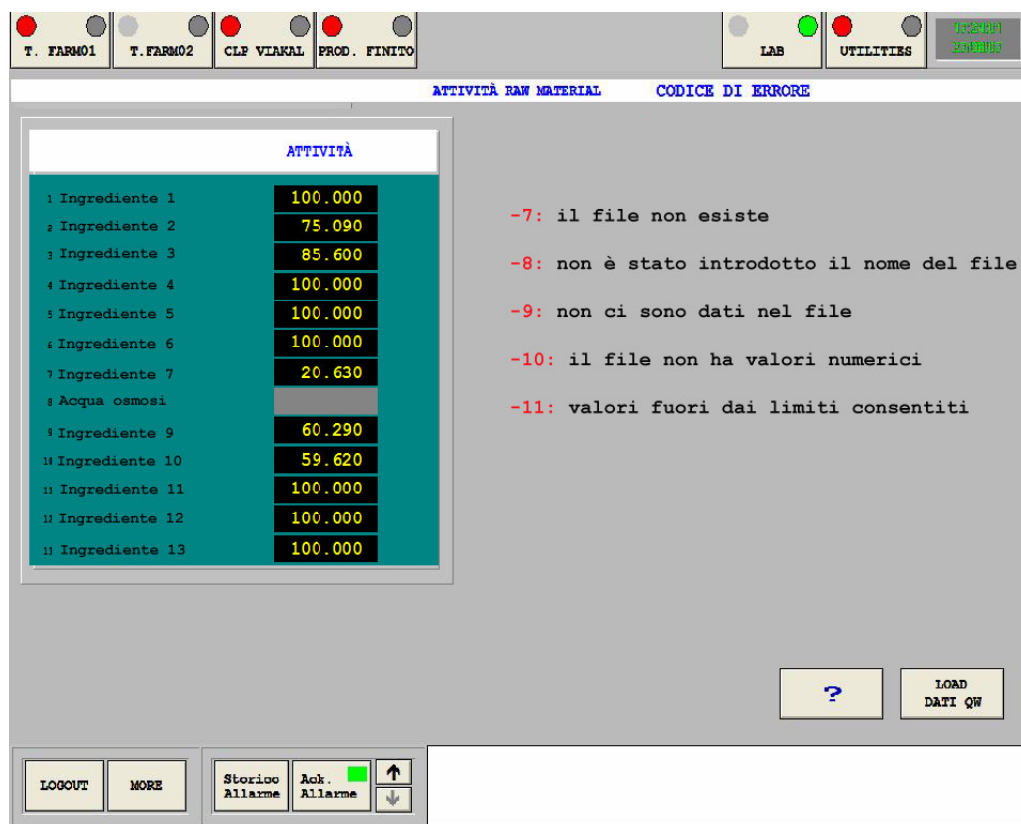


Figura 7-7

7.2.6 Rapportini di produzione e controllo APC

Nel paragrafo 6.2 è stato esposto il concetto del controllo APC e del suo ruolo di rilievo fra le prescrizioni della PCS.

Gli strumenti di calcolo utilizzati sono, come spiegato nel paragrafo 7.3, le applicazioni realizzate in Quality Window, considerando i kg dosati di ogni ingrediente e la sua attività. Tuttavia, affinché questo tipo di ispezione esprima le sue massime potenzialità è necessario analizzare l'intera produzione dividendola in run della durata non superiore all'ora.

Per fornire all'operatore i kg dosati di ogni singolo run, è stato modificato il sistema di scarico dei rapportini di produzione. Ogni volta che l'accumulo di prodotto finito realizzato raggiunge valori multipli della portata del clp, il sistema crea un nuovo rapporto di produzione. In questo modo si hanno informazioni su ogni ora effettiva di produzione. Poiché la portata del clp può essere modificata durante la produzione stessa, per semplificare l'algoritmo lo scarico dei rapporti parziali è stato previsto ogni qual volta la produzione raggiunge valori multipli del parametro "PReset". Esso viene generalmente settato considerando la portata nominale del clp. Come tutti i valori inputati in InTouch, è vincolato ad un range di accettazione, in genere impostato pari ai limiti della portata del clp indicati in Formula Card³⁶. Quando il

³⁶ Il parametro Preset viene inputato nella schermata di produzione del clp (figura 3.6), il suo range di accettazione viene impostato nella schermata gestione limiti (figura 7.2).

clp viene fermato e si effettua un cambio formula, un nuovo rapporto viene comunque generato per avere traccia degli ultimi Kg di produzione.

Poiché per esigenze di pianificazione la giornata lavorativa inizia alle ore 22, ogni giorno a quest'ora avviene lo scarico dell'eventuale rapporto parziale della formula caricata e quelli indicanti il totale di ogni formula prodotta nelle 24 ore.

7.3 Applicazioni realizzate in Quality Window

Quality Window 5.0 è stato il risultato di una ricerca condotta fra i possibili software SQC/SPC (Statistical Quality Control & Statistical Process Control) che avessero funzionalità di data recording, calcolo e controllo, ed utilizzato per sviluppare applicazioni che fossero d'ausilio per il raggiungimento degli obiettivi della Process Control Strategy.

Sfruttando le sue potenzialità sono state realizzate tre tipologie diverse di applicazioni per tenere traccia:

1. degli scarichi di tutte le raw material
2. dei ripristini compiuti
3. delle produzioni effettuate.

La prima tipologia di template è stata realizzata per tracciare tutti gli arrivi di materie prime nello stabilimento, sia continue che discrete. In queste strutture, per ogni materia prima se ne tracciano i parametri chimico-fisici, date di scarico e lotti. Inoltre, per quanto riguarda le materie prime continue, essi sono indispensabili per permettere la tracciabilità dei lotti e l'acquisizione dell'attività³⁷ dai file di produzione. I valori corretti di queste variabili sono esattamente gli ultimi inseriti nei file di scarico e, da questi, vengono resi disponibili per tutte le altre applicazioni QW che ne necessitano attraverso i file .IO di input/output.

Al contrario, per le materie prime discrete non è possibile utilizzare questo metodo di comunicazione fra applicazioni QW. Come già accennato, per i ripristini di queste RM va rispettata la logica FIFO utilizzando il file excel "Tracciabilità FIFO"³⁸.

Per questo motivo si è reso necessario realizzare delle applicazioni in QW appositamente progettate per permettere il trasferimento del lotto e dell'attività dal file excel verso i file QW dove si tracciano e si controllano le produzioni effettuate. La figura 7.8 mostra le fasi che permettono il trasferimento verso i file di produzione del numero di lotto e del valore dell'attività. Quest'ultimo valore, attraverso i file .IO, viene letto ed acquisito automaticamente dal software InTouch nel momento in cui l'operatore preme sul bottone "Load QW" inserito nella pagina Lab.³⁹

³⁷ L'indicazione del corretto valore dell'attività nei file di produzione è necessaria per effettuare il calcolo degli attivi delle singole raw material nel prodotto finito e realizzare così il controllo APC come indicato nel paragrafo 7.3.1.

³⁸ E' il file excel realizzato per gestire le operazioni di ripristino delle raw material discrete secondo politica FIFO. Esso permette anche l'acquisizione dei valori del lotto e dell'attività di ogni raw material ripristinata, e quindi utilizzata, nelle applicazioni QW realizzate per tracciare le produzioni. Per approfondimenti fare riferimento al paragrafo 7.5.

³⁹ Per ulteriori informazioni sul meccanismo dell'acquisizione automatica dell'attività in InTouch fare riferimento al paragrafo 7.5.

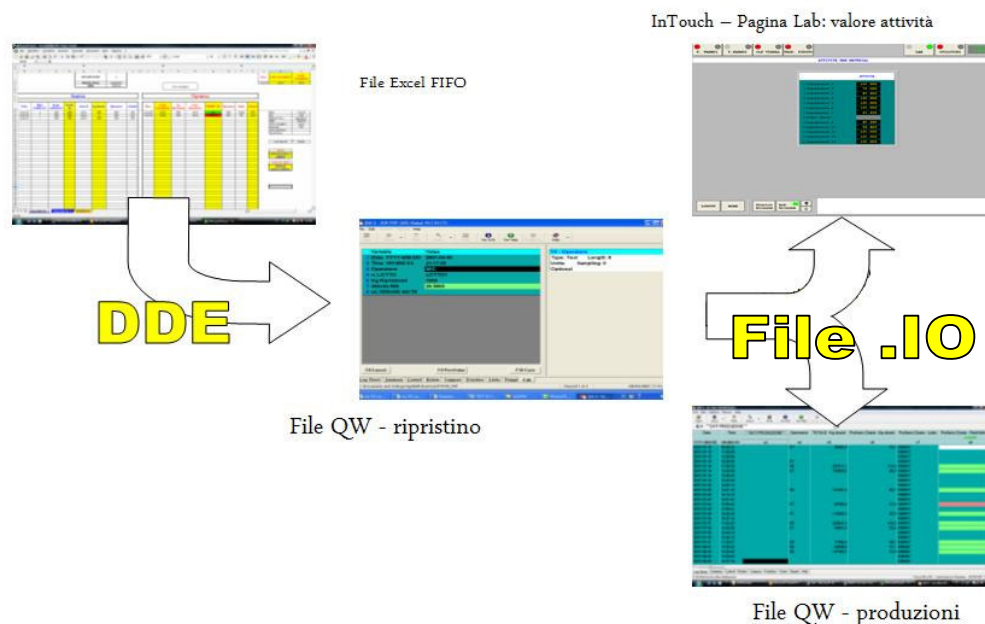


Figura 7-8

Il terzo modello di applicazioni è stato realizzato per conservare ed analizzare le produzioni di intermedi e prodotti finiti.

In queste applicazioni ad ogni ora effettiva di produzione, in maniera automatica⁴⁰ o attraverso operazioni manuali, vengono inseriti i kg dosati di ogni ingrediente. In questo modo, l'applicazione calcola automaticamente il valore delle parti per ogni ingrediente, dividendone il numero di Kg dosati per quello dei Kg totali. Avendo a disposizione il valore dell'attività, acquisito automaticamente attraverso i file .IO come prima spiegato, essa calcola il valore dell'attivo, nel prodotto finito, di ogni raw material, rendendo possibile il controllo APC previsto dalla PCS.

Come precedentemente anticipato, il controllo APC si applica utilizzando la seguente formula:

$$AttivoCalcolatoAPC = \frac{KgRM\ dosati}{KgTotaliclp} \bullet AttivitàRM$$

Un semplice controllo visivo di questi parametri, basato su un efficace codice di colori, permette di verificare velocemente che questi riflettano le specifiche degli attivi APC indicati in Formula Card.

⁴⁰ Per approfondire la tecnica di acquisizione automatica in QW dei dati provenienti da InTouch fare riferimento al paragrafo 7.4.

7.3.1 Creazione e struttura delle template in Quality Window

Ogni file relativo a un prodotto finito/intermedio è costituito, fra gli altri, dai seguenti campi:

- Kg totali di prodotto finito.

Per ogni materia prima:

- Kg dosati
- Attività RM
- Parti (%) nel PF
- Attivo nel PF

I Kg dosati sono ricavabili dai rapportini di produzione attraverso un inserimento manuale o automatico.

Il valore corrente dell'attività di ogni raw material è acquisito automaticamente tramite file di .IO attraverso il file excel per la gestione FIFO delle materie prime, come indicato nel paragrafo 7.5.

Il calcolo delle parti avviene come rapporto fra i kg dosati e quelli totali.

Il valore dell'attivo viene ricavato moltiplicando il valore dell'attività per quello delle parti.

7.3.2 Definizione codice colori

Quality Window permette di fissare sette bande numeriche in cui una variabile (misura/calcolo) può rientrare. Dette bande possono a loro volta essere caratterizzate da una colorazione (verde, giallo, rosso e bianco) con cui identificare la vicinanza o meno della variabile dal target. Ad ogni banda corrisponde un acronimo come indicato in tabella 7.1.

Acronimo	Significato
USL	Upper spec Limit
UCL	Upper Control Limit
UWL	Upper Warning Limit
Target	
LWL	Lower Warning Limit
LCL	Lower Control Limit
LSL	Lower Spec Limit

Tabella 7-1

A tutte le voci indicate nelle Formule Card (attività, parti, attivi e qualunque altro tipo di parametro chimico/fisico) è associata una o più misure fra USL (Upper Specification Limit), Target e LSL (Lower Specification Limit). Si possono avere i

seguenti casi di disponibilità di informazioni per USL, Target e LSL, qui schematizzati:

	x = Available						
USL	x		x	x		x	
Target				x	x	x	x
LSL	x	x		x	x		
Num	1	2	3	4	5	6	7

Tabella 7-2

Nelle tabelle che seguono:

- sono esplicitati i 7 casi menzionati
- sono indicati con:
 - o **Fixed** le soglie che avranno dei valori calcolati, in base a delle formule che saranno di seguito spiegate
 - o **Blank** le soglie colorazione che non avranno associate alcuna soglia numerica

Per materie prime senza target:

1) Variabili senza target e con limiti superiore ed inferiore	
	USL
	Fixed
	Fixed
	Fixed
	Fixed
	Fixed
	LSL

con

$$\text{Target} = \frac{USL + LSL}{2}$$

2) Variabili senza target e solo limite superiore	
	Blank
	Blank
	Blank
	Blank
	Blank
	Fixed
	LSL

3) Variabili senza target e solo limite inferiore	
	USL
	Fixed
	Blank
	Blank
	Blank
	Blank
	Blank

Per materie prime con target:

4) Variabili con target e limiti, superiore ed inferiore	
	USL
	Fixed
	Fixed
	TARGET
	Fixed
	Fixed
	LSL

5) Variabili con target e solo limite inferiore	
	Blank
	Blank
	Blank
	TARGET
	Fixed
	Fixed
	LSL

6) Variabili con target e solo limite superiore	
	USL
	Fixed
	Fixed
	TARGET
	Blank
	Blank
	Blank

7) Variabili con solo target e variabilità	
	Fixed
	Fixed
	Fixed
	TARGET
	Fixed
	Fixed
	Fixed

Nel casi 3 e 4, ossia nei casi in cui vi è la sola presenza di uno dei due limiti estremi, l'unico altro limite impostato è l'UCL (nel caso di disponibilità dell'USL) o l'LCL (nel caso di disponibilità dell'LSL) considerando questi come il 10% rispettivamente in meno o in più rispetto al dato disponibile.

In caso di mancanza di LSL e USL essi vengono calcolati come:

$$USL = Target \cdot \left(1 + \frac{Deviazione}{100} \right)$$

$$LSL = Target \cdot \left(1 - \frac{Deviazione}{100} \right)$$

dove:

Deviazione = tipicamente 10 (per indicare il 10%)

A partire dai dati di Target, USL e LSL sarà possibile calcolare le altre soglie con le formule indicate:

$$UCL = (USL - Target) \cdot \frac{3}{4} + Target$$

$$LWL = \frac{Target + LCL}{2}$$

$$LCL = (LSL - Target) \cdot \frac{3}{4} + Target$$

$$UWL = \frac{Target + UCL}{2}$$

Sulla base di queste considerazioni è stato sviluppato un file excel per che consentisse il calcolo automatico di queste bande a partire dai limiti inferiore e superiore e dal target, indicati in Formula Card.

Input		Output	
	Real	USL	7,0000
USL	7	UCL	6,5000
TARGET	5	UWL	5,7500
LSL	3	Target	5,0000
Deviation (%)		LWL	4,2500
		LCL	3,5000
		LSL	3,0000

Figura 7-9

Per ogni variabile andranno associati i detti limiti attraverso il modulo QWSetup, come indicato nell'esempio di figura 7.10.

The screenshot displays the QW Setup - Applications - Formula1 window. On the left, a list of variables is shown, with 'V15 - N - Ingrediente 1 - attivo' highlighted. The right-hand side of the window is dedicated to configuring the selected variable. It includes fields for Name, Length, Decimals, Report Type, Unit of Measure, Sampling Plan, and Centered On. Below these, a table of specification limits is visible, with checkboxes for various rules (USL, LSL, UCL, LCL, 3dn, 3up, 5dn, 5up, 7up) and their descriptions. The bottom of the window shows application settings, variable view, grid view, and script tabs, along with a date and time stamp.

Figura 7-10

7.4 *Acquisizione automatica dai dati in Quality Window*

Questa modalità è stata ideata per sgravare l'operatore dal compito di inserire ogni ora i kg dosati dal clp in Quality Window e, soprattutto, per ridurre il rischio di errori di inputazione e dimenticanze.

Per implementare il meccanismo di trasferimento automatico dei dati da InTouch a Quality Window è stata sviluppata un'applicazione in excel che interfaccia entrambi i software per mezzo del protocollo DDE. L'inserimento automatico di un nuovo record in Quality Window viene stimolato dal modulo QWSchedule. Quest'ultimo, monitorando particolari valori trigger nell'applicazione excel, avvia l'utility QWAdd nell'esatto istante in cui un nuovo inserimento si rende necessario.

La figura 7.11 mostra il diagramma di flusso dei dati da Intouch a QW.

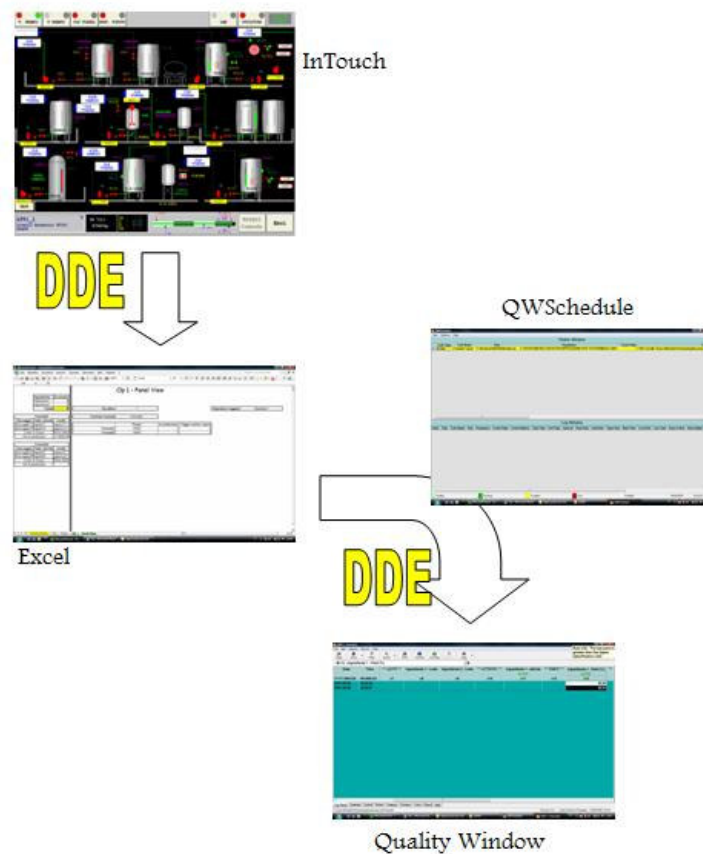


Figura 7-11

La figura 7.12 mostra come si presenta l'applicazione realizzata in excel nella sua pagina di visualizzazione dei dati.

Ingrediente	Accumulo
Ingrediente1	0
Ingrediente1	0
Totale	0

Formula1	Stoccaggio	Stato valvola	Livello
Stoccaggio11	tagvalv11	tagstoc11	
Stoccaggio12	tagvalv12	tagstoc12	
Livello di Output			#VALORE!
Ore di produzione			27.824219

Formula2	Stoccaggio	Stato valvola	Livello
Stoccaggio21	tagvalv21	tagstoc21	
Stoccaggio22	tagvalv22	tagstoc22	
Livello di Output			#VALORE!
Ore di produzione			

Clp attivo	Operatore Loggato
1	Michele

Formula Caricata	Formula1
Formula1	Preset
Formula2	In produzione
	Trigger scarico report

Figura 7-12

7.4.1 Struttura e funzionamento dell'applicazione realizzata in excel

Una volta selezionata una formula ed avviato il clp, il file excel rileva gli accumuli di tutti gli ingredienti utilizzati dall'unità analizzata.

Le condizioni operative che scatenano l'acquisizione automatica dei dati sono:

- il totale degli ingredienti dosati raggiunge valori multipli del PReset
- lo stop del clp

ed al loro verificarsi, una particolare cella excel che funge da trigger⁴¹ cambia il suo valore. Essa scatena, attraverso il modulo QWSchedule che la monitora continuamente, l'inserimento degli accumuli in un nuovo record di Quality Window. Poiché un clp può produrre diversi prodotti, sono stati implementati più valori di trigger⁴², uno per ogni formula. Ognuno di essi può attivarsi solo se quella corrispondente è stata caricata in InTouch. Il file ha consapevolezza della formula selezionata leggendo il tagname che la identifica.

Come detto, il trigger si attiva anche qualora il clp venga stoppato. Esso potrebbe esser fermato ancor prima che gli squilibri dovuti alle sequenze di startup/shutdown siano stati recuperati⁴³. Tuttavia, come prescrive la PCS, qualora nello stoccaggio di destinazione ci fossero sufficienti Kg di prodotto in specifica per compensare i dosaggi non corretti, la totalità del contenuto dello stoccaggio sarebbe comunque in specifica ed il packing potrebbe impaccarlo. Per avere in Quality Window tutte le informazioni necessarie per rilasciare una produzione, si è deciso di tracciare anche il valore dello stoccaggio di destinazione ed il tempo trascorso dall'ultima

⁴¹ Il trigger viene incrementato ogni volta che si raggiunge il valore del Preset, si resetta quando si ferma il clp. Ogni sua modifica fa scattare l'acquisizione dei dati.

⁴² Ovviamente per ogni formula, e quindi per ogni trigger da monitorare, è necessario creare un task in QWSchedule in grado di scatenare l'acquisizione degli accumuli nel corretto file Quality Window.

⁴³ In questi casi gli attivi calcolati in QW apparirebbero fuori specifica.

acquisizione. Dal momento che, per alcune formule, un clp può avere più di uno stoccaggio di destinazione, si è reso necessario aggiungere nella logica del file un parametro che discriminasse lo stoccaggio di destinazione attivo da quelli inattivi. Questo parametro è stato identificato nel valore della valvola che apre o chiude la tubazione e che permette di produrre nello stoccaggio stesso. Ovviamente lo stato di ogni valvola è contenuto in uno specifico tagname.

Considerando l'alto numero di variabili gestite da questi file, al fine di assistere l'utente nella creazione di nuove interfacce e nella loro modifica, è stato sviluppato un processo di creazione guidata altamente interattivo.

Tutte le celle critiche sono state corredate di commenti per fornire supporto all'utente. Egli può visualizzarli al semplice passaggio del mouse sulle celle in questione.

Qualunque interazione con il file avviene mediante bottoni e finestre dove inserire i parametri richiesti. La gestione delle eccezioni avviene per mezzo di controlli e verifiche su tutti i dati inputati. Per evitare qualunque forma diretta di accesso ai fogli di calcolo che costituiscono l'applicazione, l'intero file è stato protetto.

Per realizzare una nuova interfaccia è necessario eseguire i seguenti step:

1. definire tutti i clp presenti sul pc di produzione nel foglio "General Setup" (figura 7.13) cliccando sul tasto "Aggiungi Clp"

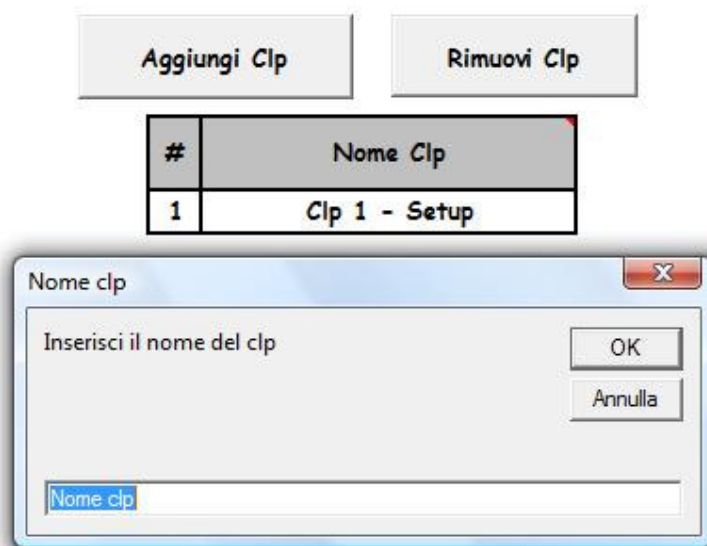


Figura 7-13

2. Aggiungendo un nuovo clp, un foglio di setup (figura 7.14) del nuovo clp viene creato e l'utente vi può definire tutti i parametri necessari. Precisamente:
 - a. i nomi correnti di tutte le formule definite in InTouch ed il valore del PReset per lo scarico dei rapportini parziali

- b. i nomi di tutti gli ingredienti ed il tagname indicante il loro dosaggio
 - c. per ogni formula dichiarata, il nome di tutti i suoi stoccaggi di destinazione, il tagname indicante il livello del suo contenuto e quello indicante lo stato delle loro valvole di carico.
 - d. il tagname indicante lo stato del clp (attivo – non attivo)
 - e. il tagname che indica la formula caricata in InTouch
 - f. il tagname indicante l'operatore loggato in InTouch
3. Cliccare sul tasto “Crea Panel View” per creare la schermata di visualizzazione indicata in figura 7.12. Per ogni formula dichiarata la macro creerà una tabella specifica.

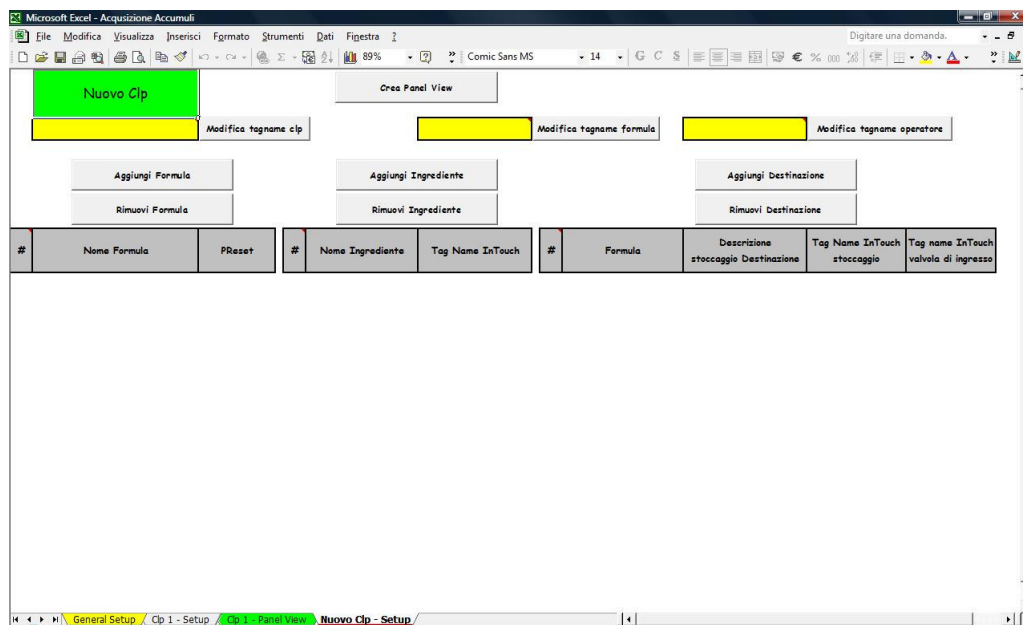


Figura 7-14

Come detto a scatenare l'acquisizione in Quality Window dei dati raccolti dal file excel c'è il modulo QWSchedule, nel quale, per ogni formula dichiarata, è necessario definire un event-task che monitori continuamente il valore della variabile di trigger nel file excel associata alla specifica formula.

7.4.2 Struttura definitiva dei file di produzione in Quality Window

Per gestire le funzionalità di acquisizione automatica in Quality Window si è reso necessario aggiungere nuove variabili alle applicazioni delle dichiarazioni di produzione.

Oltre alle colonne indicate nel paragrafo 7.3.1.1, sono state aggiunte le variabili dove memorizzare gli accumuli totali di ogni produzione. Il file calcola, in base alla data di registrazione del record ed al valore del trigger, il numero di kg

effettivamente dosati nell'ultimo run di produzione, sottraendo gli accumuli rilevati da InTouch quelli della produzione precedente. In questo modo è possibile applicare il controllo APC nel pieno rispetto delle norme della PCS.

Secondo le osservazioni fatte precedentemente, per discriminare una produzione in qualità da una non in specifica può essere utile sapere la quantità di prodotto in specifica presente nello stoccaggio di destinazione all'inizio del run di produzione analizzato. Impostando per questa variabile un limite inferiore pari al livello minimo di prodotto in specifica necessario per ammortizzare le sequenze di startup/shutdown, l'operatore può facilmente capire se una produzione può essere rilasciato o meno semplicemente osservando il colore degli attivi e quello del livello dello stoccaggio. Anche l'informazione sul tempo di produzione può essere utile per studiarne un run.

Tempo Run di produzione	Livello stoccaggio fine run	Livello stoccaggio inizio run
v18	v19	v20
14,68		
37,97	100000,00	45000,00

Figura 7-15

7.5 Gestione delle Raw Material

La Process Control Strategy prevede un'oculata gestione delle materie prime, i cui obiettivi sono:

- garantire la tracciabilità dei lotti
- garantire la politica FIFO, ovvero utilizzare sempre il lotto più vecchio fra quelli presenti.

Nel capitolo 3 è già stata data una panoramica delle procedure di ricezione e utilizzo delle materie prime, distinguendole in *uncountable* ed *countable*. Proprio a causa della loro diversa natura e delle differenti metodologie d'uso, si è reso necessario diversificare gli strumenti e le procedure per ottenere questi risultati.

7.5.1.1 La tracciabilità dei lotti per le raw material uncountable

Come già accennato, le raw material uncountable sono quelle ricevute in cisterne e che, dopo aver subito tutti i controlli analitici del caso, vengono scariche in silos andandosi a miscelare con il precedente contenuto eventualmente presente.

E' chiaro che, a causa di queste procedure operative, l'unico modo per avvicinarsi agli obiettivi della PCS è lavorare in stretto accordo con la pianificazione per fare giungere in stabilimento le materie prime quando gli stoccaggi sono prossimi all'essere vuoti.

Per convenzione si è deciso di identificare la materia prima presente in uno stoccaggio con il lotto dell'ultimo scarico effettuato ed utilizzando questo riferimento nei file di produzione realizzati in Quality Window⁴⁴.

Qualora fosse necessario, sarà possibile recuperare il lotto di una materia prima utilizzata per il prodotto finito contenuto in una particolare bottiglia, incrociando le informazioni riportate nello storico del software di produzione InTouch (l'andamento del livello dello stoccaggio della materia prima e l'andamento dello stoccaggio del prodotto finito) con le informazioni riportate in Quality Window (numero di lotto) e con le indicazioni di data e ora di imbottigliamento riportate sulla bottiglia stessa⁴⁵.

7.5.1.2 Gestione delle raw material countable

Più complessa è la gestione delle materie prime discrete ed è necessario approfondirne il processo di ripristino prima di poter discutere il lavoro svolto.

Anche per questi materiali il laboratorio analisi deve effettuare una serie di controlli di qualità per poterle accettare. Tuttavia, prima che i risultati siano disponibili a volte può essere necessario attendere anche alcuni giorni. Nel mentre il prodotto

⁴⁴ Vedi il paragrafo: **Le applicazioni realizzate in Quality Window**.

⁴⁵ Per informazioni sulle procedure di rintracciabilità dei lotti fare riferimento al paragrafo 7.5.2.

rimane bloccato ed inutilizzabile. Solo dopo aver avuto esito positivo si può procedere allo stoccaggio.

Ogni impianto di produzione è dotato di buffer, o siletti, nei quali sono contenuti gli ingredienti necessari per ottenere il prodotto finito. Quando questi buffer si svuotano è necessario ripristinarne il contenuto utilizzando una o più unità di materia prima.

E' importante precisare che alcune materie prime sono utilizzate per produzioni diverse, quindi da impianti diversi. Alcune di queste hanno un unico punto di ripristino, cioè un unico buffer che alimenta due o più impianti, altre invece, hanno più di un punto di ripristino, ossia un buffer per ogni impianto. Nel primo caso il lotto ripristinato verrà utilizzato in prodotti finiti diversi e quindi tutti i file di produzione dovranno fare riferimento al nuovo lotto. Nel secondo caso il ripristino di un lotto per un particolare impianto non dovrà riflettersi nei dati di produzione degli altri.

La prima parte del lavoro svolto è consistita nella raccolta dai dati di tutte le materie prime: area di utilizzo, numero e posizione dei punti di ripristino, frequenza di ripristino, temperatura e condizioni di stoccaggio.

Tutte queste informazioni sono servite non solo per formalizzare e sviluppare uno strumento informatico che fosse d'ausilio per analisti ed operatori, ma anche per definire una nuova disposizione delle materie prime sul campo che facilitasse le operazioni di scarico e ripristino sulla base della politica FIFO.

Tutte le materie prime discrete sono state classificate a seconda del numero di punti di ripristino e del numero di produzioni servite, come indicato nella tabella 7.3.

Classe	Ripristino	Produzione
A	1	1
B	2	2
C	1	2 o +

Tabella 7-3

Sulla base delle informazioni raccolte è stato creato un file excel dove gli analisti possono inserire gli scarichi effettuati, mentre gli operatori i ripristini. Lo stesso file è corredato da una macro che permette una rapida identificazione del lotto più vecchio presente sul campo, in modo da rispettare la politica FIFO.

Il file è costituito da tante sheet quante sono le materie prime discrete. Ogni sheet riporta due tabelle: la prima, a sinistra, dove gli analisti possono indicare tutti i dettagli degli scarichi, la seconda, a destra, dove gli operatori segnano quelli relativi ai ripristini.

Ogni volta che un analista segna lo scarico di una materia prima deve indicare il numero di unità ricevute, il peso di ogni unità, il numero di lotto e il valore dell'attività⁴⁶. In questo modo il sistema può aggiornare l'inventario con il numero totale di Kg presenti.

L'operatore, invece, ogni volta che deve effettuare un ripristino, per prima cosa clicca su "Lotto Consigliato" eseguendo una macro che suggerisce il lotto più

⁴⁶ Il valore dell'attività non è fondamentale ai fini della tracciabilità del lotto, ma viene qui inserito per permetterne la tracciabilità, come spiegato nel paragrafo 7.3.

vecchio disponibile in modo da poterlo ripristinare. Egli può anche stampare la tabellina che appare sulla destra dello schermo come promemoria.

Poiché non è detto che egli possa ripristinare effettivamente il lotto consigliato, è necessario indicare al sistema qual è il lotto effettivamente ripristinato ed il numero di chili, affinché l'inventario possa essere correttamente aggiornato. Il file excel indicherà esplicitamente se il lotto ripristinato è esattamente quello suggerito.

Microsoft Excel - Tracciabilità FPO Hypo-Vialat

FileModificaVisualizzaInserisciFormatoStrumentiDatiPagine1

Digitare una domanda.

75%Arial10

G41

	B	C	D	E	G	H	I	J	K	L	N	O	P	Q	R	T	U	V	X	
1																		Data	Lotto Consigliato	Lotto Consigliato
2																		3-mar-07	lotto1	lotto1
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				
21																				
22																				
23																				
24																				
25																				
26																				
27																				
28																				
29																				
30																				
31																				
32																				
33																				
34																				
35																				
36																				
37																				
38																				
39																				
40																				
41																				

Scarico

Data	Num Cubifusti	kg per cuboffusto	Totale kg	Lotto #	kg rimasti	Operatore	Attività
3-mar-07	2	1000	2000	lotto1	1000	MIC	20,5
6-mar-07	1	1000	1000	lotto2	0	MIC	20,4
6-mar-07	1	1000	1000	lotto3	1000	MIC	20,6

Ripristino

Data	Lotto Consigliato	kg ripristinati	Lotto ripristinato	OK/NOT OK	Operatore	Unità	Attività
4-mar-07	lotto1	1000	lotto1	OK	MIC	Vialat	20,5
7-mar-07	lotto1	1000	lotto2	NON OK	MIC		20,4

Ingrediente 1

Ingrediente 2

Statistiche

Classificazione

C

Materia Prima

Ingrediente 1

RMS

9576175

Lotto consigliato

Scarico

Data	Num Cubifusti	kg per cuboffusto	Totale kg	Lotto #	kg rimasti	Operatore	Attività
3-mar-07	2	1000	2000	lotto1	1000	MIC	20,5
6-mar-07	1	1000	1000	lotto2	0	MIC	20,4
6-mar-07	1	1000	1000	lotto3	1000	MIC	20,6

Ripristino

Data	Lotto Consigliato	kg ripristinati	Lotto ripristinato	OK/NOT OK	Operatore	Unità	Attività
4-mar-07	lotto1	1000	lotto1	OK	MIC	Vialat	20,5
7-mar-07	lotto1	1000	lotto2	NON OK	MIC	ML	20,4

Classificazione

C

Materia Prima

Ingrediente 1

RMS

9576175

Lotto consigliato

Scarico

Data	Num Cubifusti	kg per cuboffusto	Totale kg	Lotto #	kg rimasti	Operatore	Attività
3-mar-07	2	1000	2000	lotto1	1000	MIC	20,5
6-mar-07	1	1000	1000	lotto2	0	MIC	20,4
6-mar-07	1	1000	1000	lotto3	1000	MIC	20,6

Ripristino

Data	Lotto Consigliato	kg ripristinati	Lotto ripristinato	OK/NOT OK	Operatore	Unità	Attività
4-mar-07	lotto1	1000	lotto1	OK	MIC	Vialat	20,5
7-mar-07	lotto1	1000	lotto2	NON OK	MIC	ML	20,4

Figura 7-16

Il numero di lotto ripristinato ed il corrispondente valore dell'attività devono essere accessibili ai file realizzati in Quality Window e nei quali si riportano le produzioni effettuate. Esse, come spiegato nel capitolo 5, possono acquisire automaticamente valori di questo tipo attraverso dei file .IO. Per garantirne la trasmissione verso i file di produzione ad ogni ripristino, sono state realizzate in Quality Window tante applicazioni quante sono le materie prime discrete. Chiaramente per quelle materie prime che hanno più punti di ripristino esistono più file di questo tipo, uno per ogni unità servita in maniera distinta. Per questo motivo, in ogni sheet e per ogni punto di ripristino esistente, sono stati inseriti degli hyperlink (figura 7.17), per permettere all'operatore di poter trasmettere nel corrispondente file di Quality Window i dati inseriti nel file excel. La trasmissione, automatica, avviene per mezzo del protocollo DDE.



Figura 7-17

In figura 7.18 è indicata la schermata di inserimento di un nuovo record nell'applicazione QW con i dati relativi al primo ripristino acquisiti automaticamente dal file excel. In questo modo i dati relativi al lotto e all'attività saranno riportati in particolari file .IO di input/output, disponibili per essere acquisiti da altre applicazioni QW.

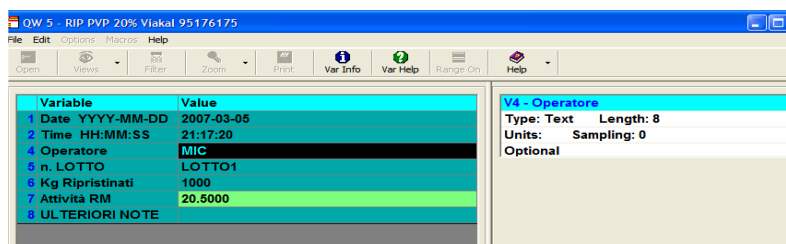


Figura 7-18

In ogni sheet è indicato la percentuale di ripristini effettuati rispettando la politica FIFO. Tenere sotto controllo queste percentuali è uno dei requisiti della PCS. Per facilitare questo compito è stata realizzata una sheet, denominata "Statistiche", nella quale sono indicati, per ogni materia prima, le percentuali dei ripristini effettuati, rispettando la politica FIFO. Due tabelle (figura 7.19) mostrano i dati, calcolati da una macro, sia sull'intero database storico che restringendo l'osservazione fra due date.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Classe	Ripristino	Produzione							Se i campi data rimangono vuoti il sistema calcola le percentuali per il mese corrente			
2	A	1	1										
3	B	2	2										
4	C	1	2 o +										
5													
6													
7													
8	Statistiche - Storico												
9	Raw Material	Class	%OK										
10	Ingrediente 1	C	50.00%										
11	Ingrediente 2	A	100.00%										
12	Totale		75.00%										
13													
14													

Figura 7-19

Le tabelle vengono ricalcolate ogni volta che viene premuto il tasto "Ricalcola le statistiche" ed eventuali modifiche al file (inserimento di nuove raw material o eliminazione di vecchie) verrebbero automaticamente considerate dalla macro e riflesse nelle tabelle.

7.5.2 Rintracciabilità dei lotti

In questo paragrafo saranno discusse le procedure da seguire per giungere all'identificazione delle caratteristiche chimico/fisiche del contenuto di una generica bottiglia e delle materie prime utilizzate al Making.

Il processo è sviluppato in 5 step:

1. identificazione data e ora di impaccaggio
2. determinazione stoccaggi Making
3. determinazione run di produzione al Making
4. identificazione dei lotti di produzione
5. identificazione delle caratteristiche chimico/fisiche delle raw material.

Ogni bottiglia di prodotto finito presenta sul retro un codice lotto indicante informazioni sulla data di impaccaggio.

Es. 6 248 2696 9 10:11

Dal codice lotto possiamo quindi definire univocamente le informazioni relative a:

- 6 / 248 / 10:11: anno, giorno giuliano e ora di confezionamento
- 2696: codice stabilimento
- 9: linea di Packing che ha impaccato

A partire dalla linea di confezionamento, dal tipo di prodotto impaccato e/o dal codice di prodotto finito si riesce a determinare:

- quali sono gli stoccaggi o lo stoccaggio del Making dal quale il Packing ha potuto prelevare il prodotto
- il PC del Making sul quale si possono avere le informazioni sul livello del prodotto negli stoccaggi

Il Making può dedicare, per ogni specifico prodotto, uno o più stoccaggi di prodotto finito:

- nel caso in cui il prodotto finito di Making sia stoccato in **un solo serbatoio** allora il prodotto nella bottiglia è stato sicuramente impaccato dallo stoccaggio in questione
- nel caso in cui il prodotto finito Making sia stoccato in **più di un serbatoio** allora occorre determinare da quale di questi serbatoi il prodotto è stato impaccato. Ciò può essere determinato andando a visualizzare l'andamento della quantità di prodotto in detti serbatoi. Il serbatoio dal quale il Packing ha impaccato la bottiglia sarà quello che mostra un andamento decrescente del suo livello all'ora del confezionamento, indicata sul retro della bottiglia.

Detti livelli possono essere visualizzati nella pagina Storico Trend dei PC di produzione del Making, andando a selezionare il tagname del livello in questione. Il tagname può essere determinato cliccando sul tasto "TAG" della pagina in cui compare il disegno del serbatoio.

Noto quindi qual è il serbatoio di prodotto finito, occorre determinare gli orari di produzione del prodotto finito.

A partire dallo stoccaggio di prodotto finito dal quale il Packing ha impaccato la bottiglia, occorre ricostruire la storia di quella produzione al Making.

La produzione nello stoccaggio in questione è avvenuta nel periodo in cui l'andamento del livello dello stoccaggio è crescente, prima che il Packing abbia iniziato ad impaccare. Questo intervallo di tempo viene indicato come “**periodo di produzione**”, all'interno del quale si dovrà determinare quali sono state le quantità di materie prime usate.

L'approccio generale che si segue è che il lotto della materia prima utilizzata sia pari a quello relativo all'ultimo ripristino effettuato nel serbatoio finale della raw material, prima di essere usata in produzione. Quindi:

- per **materie prime scaricate da cisterna a stoccaggio**, lo stoccaggio stesso è il serbatoio finale della materia prima. Quindi il lotto utilizzato in produzione è quello relativo all'ultima cisterna scaricata prima della produzione. I lotti, relativi alle cisterne scaricate in stoccaggi, sono salvati nella pagina di QW relativa alla materia prima in questione.
- per **materie prime che arrivano in cubitainer, sacconi, fusti**: il relativo file excel traccia sia gli arrivi che i ripristini o utilizzi in intermedi seguendo la logica FIFO. In questo modo è possibile visualizzare la storia di ogni lotto e determinare quale è stato il lotto ad essere utilizzato per la produzione in questione.

A partire dal lotto utilizzato è possibile risalire alle caratteristiche chimico/fisiche della materia prima:

- consultando il certificato di analisi della materia prima, nei book delle materie prime presenti nel relativo laboratorio di analisi
- consultando i dati analitici presenti in Quality Window nella relativa pagina.

8 Conclusioni

A seguito del lavoro di tesi svolto, grazie alla piena implementazione della Process Control Strategy e all'ottimizzazione dei sistemi informatici esistenti all'interno del making è ora possibile:

1. garantire la gestione delle materie prime discrete secondo logica FIFO
2. permettere la piena rintracciabilità informatica dei lotti di materie prime utilizzate in un qualunque run di produzione
3. avvalersi del controllo APC per ridurre il carico analitico e relativi tempi di rilascio, attraverso rapportini di produzione più funzionali
4. avere un controllo automatico sui sistemi di dosaggio per evitare ogni fuori specifica
5. avvalersi di statistiche sulle variabili di processo al fine di attuare politiche predittive di controllo qualità
6. certificare la strategia di rilascio del prodotto finito tramite validazione informatica delle sequenze di start-up e shut-down dell'impianto

Questi benefici sono stati ottenuti anche in altri stabilimenti P&G che hanno scelto di riapplicare le soluzioni individuate nel lavoro di tesi.

Al fine di garantire la sostenibilità dei miglioramenti implementati, sono state aggiornate le specifiche informatiche utilizzate nelle iniziative di progetto.

Ringraziamenti

Sono estremamente grato alla mia famiglia, ai miei nonni ed ai miei zii, per tutti i loro sacrifici, per il sostegno e la fiducia che mi hanno concesso nei momenti più difficili. Dedico a loro questo traguardo che non avrei mai potuto raggiungere senza il loro amore.

Desidero esprimere la mia riconoscenza al dott. Domenico Carriero per tutto il tempo che ha investito sulla mia crescita umana e professionale, per i consigli che ha voluto offrirmi senza parsimonia e per la conoscenza che ha saputo trasmettermi con grande entusiasmo ed allegria.

Un ringraziamento va anche a tutti i miei colleghi della P&G, in particolare del reparto Making, per tutto l'aiuto e le informazioni che hanno voluto concedermi, pur sottraendo tempo al loro lavoro.

Non posso dimenticare degli amici Giuseppe, Angelo ed Emanuele, per l'ospitalità e l'assistenza messe a disposizione e di cui avevo estremo bisogno.